



**Pontificia Universidad
Católica del Ecuador**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE MANABÍ
CARRERA DE ARQUITECTURA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**“EVALUACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR EN UNA CUBIERTA DE DOS AGUAS
UTILIZANDO EL SOFTWARE DESIGNBUILDER. CASO DE ESTUDIO MERCADO
PLAZA CENTRAL EN PORTOVIEJO - MANABÍ”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

GESTIÓN SOSTENIBLE Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN

ESTUDIO DE MATERIALES Y ENERGÍA

**PREVIO AL TÍTULO DE
ARQUITECTA**

AUTORA

EMILIA ELIZABETH CEDEÑO PÁRRAGA

TUTORA

ARQ. AIMEE DEL ROCIO DELGADO CRUZ

PORTOVIEJO, ABRIL 2025

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de integración curricular, certifico haber revisado el presente manuscrito de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, cumpliendo la Normativa del Trabajo de Integración Curricular; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación.

En la ciudad de Portoviejo al primer día del mes de abril de dos mil veinte y cinco.

ARQ. AIMEE DEL ROCIO DELGADO CRUZ

C.I. 1105632358

Tutora

ACTA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador aprueba el presente trabajo de integración curricular en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí.

En la ciudad de Portoviejo al primer día del mes de abril de dos mil veinte y cinco.

Arq. Jorge Leonardo Cevallos Carrillo
C.C. 1309490850
Lector Revisor

Arq. César Andrés Cabrera Andrade
C.C. 1315606408
Lector Revisor

Arq. Aimee del Rocío Delgado Cruz
C.C. 1105632358
Tutora

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Este manuscrito no contiene ningún tipo de material que ha sido aceptado para la obtención de un título universitario en otra institución, excepto en forma de información de soporte que ha sido debidamente citada en mi trabajo.

Este trabajo es de total responsabilidad del autor, quien declara bajo juramento que ninguna sección de este trabajo de integración curricular infringe los derechos de autor de nadie.

En la ciudad de Portoviejo al primer día del mes de abril de dos mil veinte y cinco.

EMILIA ELIZABETH CEDEÑO PÁRRAGA

C.C. 1315164630

Autora

DECLARACIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a distribuir este manuscrito de investigación en medios físicos y electrónicos con el fin de promover la divulgación de mis resultados a la comunidad científica y a la sociedad en general. Adicionalmente autorizo el uso de los contenidos de esta investigación como bibliografía para fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, citando como fuente de información al autor de este trabajo.

En la ciudad de Portoviejo al primer día del mes de abril de dos mil veinte y cinco.

EMILIA ELIZABETH CEDEÑO PÁRRAGA

C.C. 1315164630

Autora

DEDICATORIA

Dedicado a Dios, a mis padres por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años y a mis profesores por haber compartido sus conocimientos a lo largo de esta etapa de universidad.

EMILIA ELIZABETH CEDEÑO PÁRRAGA

C.C. 1315164630

Autora

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por ser mi guía en este camino y por darme sabiduría. A mi mamá y mi papá, por todo el esfuerzo que hacen por mi y por su apoyo incondicional. A mis profesores de carrera, por compartir sus conocimientos, tiempo y enseñanzas, especialmente a la Arq. Aimee del Rocío Delgado Cruz por ser mi guía en este proyecto. A mis compañeros, por su amistad y cada reto que enfrentamos a lo largo de este camino. Y a todas las personas especiales, que con sus consejos y apoyo estuvieron a mi lado en cada momento.

EMILIA ELIZABETH CEDEÑO PÁRRAGA

C.C. 1315164630

Autora

Resumen

La presente investigación evalúa la radiación solar que impacta sobre la cubierta de dos aguas del mercado plaza central en Portoviejo, Manabí, ubicada en una zona climática húmeda muy calurosa según la NEC-HS-EE; donde la materialidad de la cubierta es el elemento de estudio. Este mercado fue seleccionado por la importancia que tiene como símbolo de reconstrucción y desarrollo urbano tras el terremoto de 2016. El objetivo principal es establecer un paquete constructivo de materiales que ayuden a reducir la transmitancia térmica en la tipología de cubierta de dos aguas del mercado plaza central en Portoviejo, considerando la radiación solar según el *software DesignBuilder*. Se aplicó un enfoque cuantitativo con diseño experimental. Además, como informantes, se utilizaron los datos climáticos del INHAMI y datos meteorológicos de archivos EPW. La metodología usada se basa en la recolección de datos climatológicos a lo largo del año, diseño de un paquete constructivo de cubiertas y por último, simulaciones, para evaluar el paquete constructivo actual de la cubierta y generar una propuesta que cumpla los lineamientos de la NEC-HS-EE. Los resultados evidenciaron que la materialidad actual de la cubierta de dos aguas genera un alto sobrecalentamiento y como solución, se propuso un nuevo paquete constructivo que aporte a una reducción de calor a partir de la conductividad, transmitancia y resistencia térmica.

Palabras Claves: Radiación solar, paquete constructivo, cubierta, confort, transmitancia térmica, simulación, Portoviejo.

Abstract

This research evaluates the solar radiation impacting the gable roof of the central plaza market in Portoviejo, Manabí, located in a very hot and humid climatic zone according to the NEC-HS-EE; where the materiality of the roof is the element of study. This market was selected for its importance as a symbol of reconstruction and urban development after the 2016 earthquake. The main objective is to establish a construction package of materials that help reduce thermal transmittance in the gable roof typology of the central plaza market in Portoviejo, considering solar radiation according to DesignBuilder software. A quantitative approach with experimental design was applied. Additionally, climatic data from INHAMI and meteorological data from EPW files were used as informants. The methodology used is based on the collection of climatological data throughout the year, the design of a roof construction package, and finally, simulations to evaluate the current construction package of the roof and generate a proposal that meets the NEC-HS-EE guidelines. The results showed that the current materiality of the gable roof generates high overheating, and as a solution, a new construction package was proposed to reduce heat through conductivity, transmittance, and thermal resistance.

Keywords: Solar radiation, materiality, construction package, gable roof, comfort, thermal transmittance, simulation, Portoviejo.

Tabla de contenidos

Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Tabla de contenidos	x
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Tablas	xiii
Introducción.....	1
Planteamiento.....	2
<i>Problema General</i>	2
<i>Hipótesis Central</i>	2
<i>Justificación</i>	2
<i>Estado de la cuestión</i>	3
Formulación.....	5
<i>Problema específico</i>	5
<i>Pregunta de investigación</i>	5
<i>Marco Teórico</i>	5
<i>Objetivos e Hipótesis</i>	8
Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos	8
Método.....	8
Diseño del Objeto	8
<i>Tipo de Investigación</i>	9
<i>Modelo de Análisis</i>	9

<i>Unidad de Análisis</i>	10
<i>Variables y Dimensiones</i>	10
<i>Fuentes de Datos</i>	10
Diseño de los Procedimientos.....	11
<i>Campo de Análisis</i>	12
<i>Unidad de Observación</i>	12
<i>Técnicas</i>	13
<i>Instrumentos y Recursos</i>	14
<i>Instrumentos</i>	14
<i>Recursos</i>	14
<i>Indicadores</i>	14
Resultados.....	15
Recolección y Procesamiento	15
<i>Presentación de Resultados</i>	15
Tratamiento y Análisis.....	20
<i>Análisis de Resultados</i>	21
Discusión	28
Discusión	28
Conclusiones.....	29
Recomendaciones	30
Referencias Bibliográficas.....	31
Anexos	34

Índice de Figuras

Figura 1: Radiación solar clasificación y tipos	19
Figura 2: Método de trabajo de <i>DesignBuilder</i>	21
Figura 3: Plaza Central 1	25
Figura 4: Evaluación de opciones de cubierta y fachadas para sobrecalentamiento y apariencia visual.....	27
Figura 5: Mercado Plaza Central de Portoviejo, Manabí - Ecuador.....	32
Figura 6: Modelado 3D del Mercado Plaza Central de Portoviejo, Manabí - Ecuador	33
Figura 7: Análisis de incidencia solar y radiación solar en DesignBuilder vista en planta y 3D	34
Figura 8: Análisis de temperatura interna en DesignBuilder vista en planta y 3D	35
Figura 9: Análisis de incidencia solar y radiación solar en DesignBuilder vista en planta y 3D	37
Figura 10: Análisis de temperatura interna en DesignBuilder vista en planta y 3D	38
Figura 11: Comparación de propiedades térmicas de la cubierta	39
Figura 12: Solicitud de planos del Mercado Plaza Central en Portoviejo	46
Figura 13: Información digital de planos en archivo DWG	46
Figura 14: Rango de Temperatura de Portoviejo, Manabí – Ecuador	47
Figura 15: Promedios Diurnos Mensuales de Portoviejo, Manabí - Ecuador	47
Figura 16: Zonas climáticas de algunas ciudades (Tabla 2) – NEC -HS- EE	48
Figura 17: Ficha técnica del panel metálico galvanizado con cámara de aire	48
Figura 18: Ficha técnica del panel tipo arcilla con cámara de aire	49

Índice de Tablas

Tabla 1: Variables y dimensiones.....	22
Tabla 2: Rango de Temperatura de Portoviejo, Manabí – Ecuador	28
Tabla 3: Promedios Diurnos Mensuales de Portoviejo, Manabí - Ecuador	29
Tabla 4: <i>Tabla comparativa de las propiedades de materialidad en la cubierta actual y la propuesta.....</i>	29
Tabla 5: Cumplimiento del SRI de la losa de hormigón, bajo lineamientos de la NEC-HS-EE ..	30
Tabla 6: Cumplimiento del SRI de la teja de arcilla, bajo lineamientos de la NEC-HS-EE	30
Tabla 7: Cumplimiento del SRI del zinc, bajo lineamientos de la NEC-HS-EE	31
Tabla 8: Tabla comparativa del paquete constructivo en la cubierta actual y la propuesta	39

Introducción

La radiación solar está compuesta por la luz visible y las radiaciones ultravioleta e infrarrojo, es decir radiación no visible, siendo esta un agente externo importante en el diseño arquitectónico principalmente de la zona climática húmeda muy calurosa como es Portoviejo, según la NEC-HS-EE.

A partir de ello, nace la investigación sobre la radiación solar en la cubierta de dos aguas del mercado plaza central en Portoviejo, una infraestructura dedicada a la actividad comercial de la ciudad, cuyos problemas presentan sobrecalentamiento y discomfort por el aumento de temperatura, debido a la alta incidencia de radiación solar sobre su cubierta de dos aguas; fabricada con paneles metálicos ondulados. Este material posee una alta transmitancia térmica según las propiedades del paquete constructivo¹, lo que permite la transferencia de calor y contribuye al aumento de la temperatura interior del mercado.

A nivel normativo, la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-HS-EE, establece lineamientos recomendando estrategias de mitigación térmica mediante el uso de materiales con baja transmitancia térmica y alta reflectancia para minimizar la absorción de calor. Sin embargo, el material actual del mercado plaza central en Portoviejo, no cumple con estos criterios.

Esta investigación tiene como objetivo evaluar la radiación solar en la cubierta de dos aguas del mercado plaza central en Portoviejo, utilizando el *software DesignBuilder*. A partir del análisis de las condiciones actuales de la cubierta, se busca desarrollar una propuesta de

¹ Paquete constructivo: “Se refiere a la composición de materiales y capas que conforman un elemento de la envolvente del edificio, como cubiertas, muros y pisos”

optimización basada en un paquete constructivo¹ de un material que reduzca la transmisión de calor.

Los resultados obtenidos contribuirán con información importante sobre la selección de materiales con coeficientes de baja transmitancia térmica para la configuración de un paquete constructivo¹ adecuado para cubiertas en entornos urbanos con alta incidencia de radiación solar.

Planteamiento

Problema General

El sobrecalentamiento de la cubierta de dos aguas del mercado plaza central en Portoviejo se ve afectado por la radiación solar, lo que genera un aumento de temperaturas sobre la superficie externa y esta a su vez transfiere el calor a la superficie interior, a partir de la transmitancia térmica, generando un discomfort en el ambiente interno.

Hipótesis Central

El paquete constructivo¹ propuesto en la cubierta de dos aguas del mercado plaza central en Portoviejo, en cuanto a transmitancia, conductividad y resistencia térmica, influirán significativamente en su comportamiento térmico frente a la radiación solar, lo que podría impactar el confort térmico interno del edificio y contribuirán a la reducción de sobrecalentamiento.

Justificación

En la zona climática húmeda muy calurosa como es Portoviejo, la radiación solar impacta directamente sobre la envolvente arquitectónica “cubierta” de dos aguas, lo que genera

sobrecalentamiento. Por ello, la selección adecuada de su materialidad es esencial para optimizar un mejor confort térmico interno, a partir de sus propiedades de transmitancia térmica.

Estado de la cuestión

Estudios previos de Garzón y Gabriela (2007) al estudiar una vivienda rural en Tucumán, Argentina; destacan la importancia de elegir materiales con baja transmisión térmica y ajustar las cubiertas para mejorar el confort térmico. Aunque las estrategias bioclimáticas morfológicas y funcionales fueron aplicadas, no se detectó la resolución tecnológica, lo que resultó en temperaturas interiores superiores al confort deseado. La propuesta es el uso de materiales como caña, madera y barro para elementos verticales, ya que tienen mejor transmitancia térmica ($K=0,48 \text{ W/m}^2\text{C}$); y en la cubierta, sugieren una cobertura de chapa de zinc con cámara de aire y aislamiento de poliestireno, que mejora el confort térmico en comparación con el techo de chapa de zinc sobre teja de cerámica, ya que tiene una transmisión térmica mayor, ideal para viviendas rurales.

Luego, al estudiar el diseño de un pabellón universitario en Villa María, Córdoba, destacaron la importancia de las simulaciones térmicas y de radiación solar para mejorar el confort térmico de los edificios en climas templados cálidos. En su investigación, sugieren que el diseño de las aberturas y materiales en toda la envolvente, son elementos claves para el desempeño térmico de los edificios. Su estudio refuerza la idea de que una correcta gestión de la radiación solar, junto con un diseño adecuado de las envolventes, puede mejorar significativamente el confort térmico, especialmente en climas templados cálidos.

Asimismo, investigaciones como la de Pozo Ledo (2021) analizó el comportamiento de la radiación solar en las viviendas tradicionales Uru-Chipayas del altiplano boliviano, destacando

como la geometría, materialidad y disposición de estas estructuras optimizan la captación y disipación del calor a lo largo del año. A través de simulaciones digitales, se evidenció que la forma circular y la inclinación de muros, junto con el uso de materiales con alta inercia térmica, permiten un mejor control de la radiación, evitando el sobrecalentamiento en verano y maximizando la retención del calor en invierno.

De la misma forma, investigaciones realizadas en regiones de climas cálidos como en Manabí – Ecuador, por Zambrano et al. (2021), han demostrado que la selección de materiales con propiedades térmicas específicas y la implementación de cubiertas translúcidas en posiciones estratégicas pueden reducir significativamente la variación de temperatura en el interior de los edificios. Estos estudios refuerzan la importancia de considerar no solo la geometría de las envolventes, sino también las características de los materiales empleados en su construcción para optimizar el confort térmico en climas extremos.

Tabares y Díaz (2024) han resaltado la influencia de la emitancia y absorptancia en el desempeño térmico de las cubiertas en regiones tropicales, demostrando que la elección adecuada de estos elementos permite mejorar la eficiencia energética mediante estrategias pasivas. Según estos autores, las cubiertas con altos niveles de reflectancia y baja capacidad de absorción térmica pueden disminuir la acumulación de calor en el interior de las edificaciones, lo que representa un beneficio clave en el diseño bioclimático para regiones de alta radiación solar.

Finalmente, Cabrera et al. (2023) analizan la conductividad y transmitancia térmica de elementos constructivos de tierra, demuestran que las técnicas tradicionales como la quincha y el adobe, presentan una mejor transmitancia térmica en comparación a materiales industriales convencionales, favoreciendo al confort interior de las edificaciones. Esta investigación sugiere

que la integración de materiales de alta transmitancia térmica en el diseño arquitectónico, puede ser una estrategia efectiva para optimizar el confort térmico interior, especialmente en climas con alta radiación solar.

Formulación

Problema específico

El sobrecalentamiento de la cubierta de dos aguas del mercado plaza central en Portoviejo, provocado por la radiación solar, afecta el confort térmico interno. Este problema está relacionado con las propiedades térmicas de la materialidad actual de la cubierta. Estudios previos destacan la importancia de la materialidad en la mitigación del sobrecalentamiento. Por ello, esta investigación analiza su influencia en el comportamiento térmico de la cubierta. Con el objetivo de proponer un paquete constructivo¹ de materiales que optimicen la temperatura interna del mercado.

Pregunta de investigación

¿Cómo influirá el comportamiento térmico de la materialidad del paquete constructivo¹ propuesto en la cubierta del mercado Plaza Central en Portoviejo en relación a la radiación solar en el confort interno del mercado?

Marco Teórico

La radiación solar, también conocida como radiación electromagnética, es el conjunto de materia y ondas electromagnéticas emitidas por el sol hacia el espacio en distintos espectros de luz y radiaciones que alcanzan la superficie terrestre. En 1900 Max Planck formulo una teoría que establece que la radiación solar incluye espectros de luz con diferentes proporciones específicas: luz visible con un 53%, la infrarroja con un 44% y la ultravioleta con un 3%. Frederick William

Herschel quien descubrió la radiación infrarroja y Johann Wilhelm Ritter descubridor de la radiación ultravioleta, comprendieron como las distintas radiaciones interactúan con los distintos materiales y sus diferentes formas de absorber, reflejar y emitir energía.

Entre los diferentes tipos de radiación se encuentra: directa, que llega del sol a la superficie de la tierra sin desviaciones ni obstáculos; difusa, llega a la superficie después de haber sufrido desviaciones en su trayectoria y reflejada o albedo, proviene de la reflexión de la radiación en la superficie terrestre.

En la actualidad, la arquitectura busca generar espacios funcionales y sostenibles, en los que la envolvente arquitectónica se vuelve un elemento clave. La envolvente, se define como el conjunto de elementos que separan el interior de una edificación con el exterior, incluyendo componentes como fachadas, cubiertas y pisos; su principal función es ser una barrera que controla la entrada de luz, calor y aire.

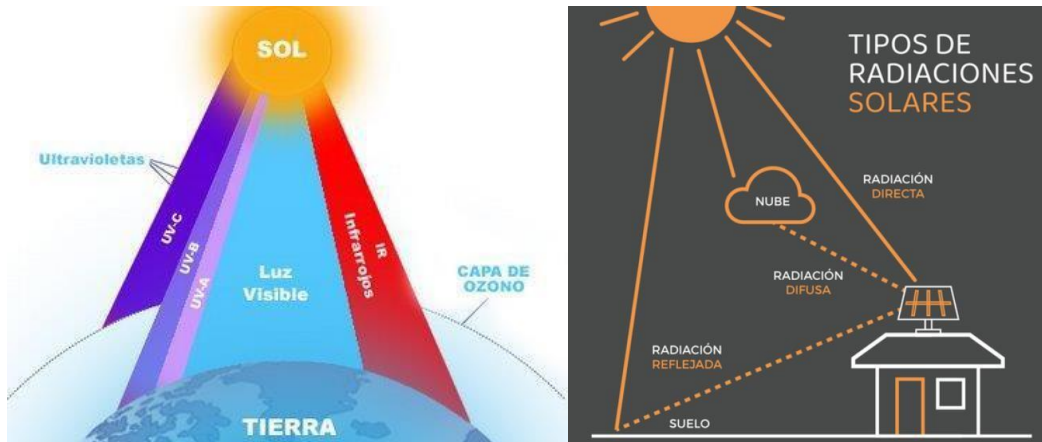
Dentro de la envolvente, las cubiertas tienen la capacidad de regular la transferencia de calor, luz y humedad; además el uso de materiales con diferentes propiedades térmicas, deben responder al clima del lugar. La correcta elección de materiales para cubiertas optimiza el confort térmico en las edificaciones, especialmente en regiones de alta radiación solar.

Según las teorías de estos investigadores, se comprende como los espectros de radiación solar interactúan con las envolventes arquitectónicas, como las cubiertas y sus materiales, algo fundamental en el diseño, ya que permite conocer el porcentaje de luz visible que puede ser aprovechada para iluminar los espacios de manera natural sin sobrecalentarlos y los porcentajes de luz infrarroja y ultravioleta, para la elección de materiales que reflejen y absorban de manera adecuada los espectros.

Portoviejo, caracterizado por ser una zona climática húmeda muy calurosa según la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-HS-EE, enfrenta desafíos en las infraestructuras urbanas debido a su alta incidencia de radiación solar a lo largo del año. Un ejemplo de esta problemática es el mercado plaza central en Portoviejo, una infraestructura comercial importante inaugurado en 2021 como parte del proceso de reconstrucción tras el terremoto de 2016, cuya cubierta de dos aguas está compuesta por paneles metálicos ondulados de acero galvanizado; con una conductividad térmica elevada ($U=1.180 \text{ W/m}^2\text{K}$), transfiriendo el calor al interior del mercado y generando sobrecalentamiento y discomfort. Para abordar este problema, el presente estudio utiliza el *software* de simulación *DesignBuilder*, para analizar el impacto de radiación solar sobre la cubierta de dos aguas del mercado plaza central en Portoviejo y a partir de este análisis desarrollar un paquete constructivo¹ de materiales que mejore el confort térmico interno.

Figura 1

Radiación solar clasificación y tipos.



Nota. El mapa representa la radiación solar que llega a la tierra y los tipos de radiación solar.

Tomado de *Fernandez (2015)*

Objetivos e Hipótesis

Objetivo General

Establecer un paquete constructivo de materiales que ayuden a reducir la transmitancia térmica en la tipología de cubierta de dos aguas del mercado plaza central en Portoviejo, considerando la radiación solar según el *software DesignBuilder*.

Objetivos Específicos

Identificar las condiciones climáticas y las características del paquete constructivo¹ de materialidad actual del caso de estudio.

Evaluar la radiación solar sobre el material actual de la cubierta de dos aguas mediante el *software DesignBuilder*.

Desarrollar una propuesta de un paquete constructivo de materiales en la cubierta bajo los lineamientos de la NEC-HS-EE para mejorar el confort térmico del caso de estudio y sometiéndola a una evaluación en el *software DesignBuilder*.

Hipótesis: A través de la simulación de radiación solar, será posible identificar un paquete constructivo¹ óptimo en la cubierta de dos aguas, para reducir el sobrecalentamiento por las condiciones climáticas locales y mejorar el confort térmico interno.

Método

Diseño del Objeto

Tipo de Investigación

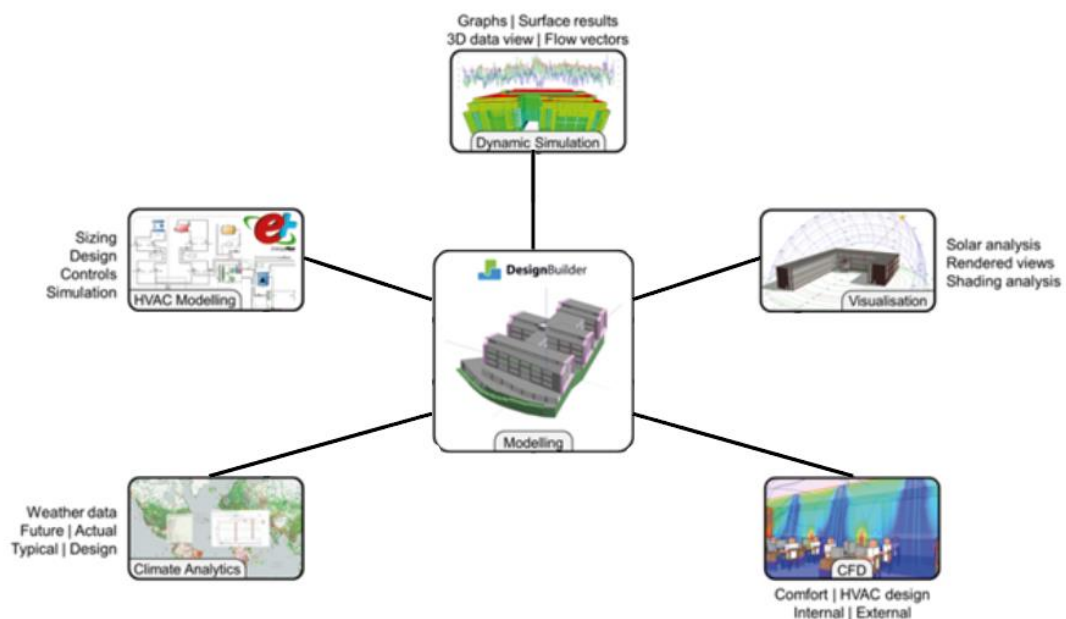
La presente investigación consiste en un paradigma cuantitativo, con un enfoque en el campo del diseño, se trata de un diseño de investigación con propósito proyectual, alcance descriptivo y método experimental, ya que analiza valores numéricos obtenidos mediante la simulación para evaluar la incidencia de radiación solar en la cubierta de dos aguas del mercado plaza central en Portoviejo.

Modelo de Análisis

El modelo de análisis se basa en la simulación por medio del *software DesignBuilder*. Lo podemos visualizar en la Figura 2.

Figura 2

Método de trabajo de DesignBuilder.



Nota. El gráfico representa el modo de trabajo por medio de *DesignBuilder*. Elaboración propia e imágenes tomadas de *DesignBuilder* (s.f.)

Unidad de Análisis

La unidad de análisis es la cubierta del mercado plaza central en Portoviejo, compuesta de un paquete constructivo¹ de paneles metálicos ondulados de acero galvanizado R (0.0 m²K/W), U (1.180 W/m²K).

Variables y Dimensiones

Las variables y dimensiones incluyen la radiación solar, clima y la arquitectura, podemos visualizarlo en la tabla 1.

Tabla 1

Variables y dimensiones.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES
RADIACIÓN SOLAR	Materiales	Conductividad térmica (K).
		Transmitancia térmica (U).
		Resistencia térmica (R).
CLIMA	Condiciones climáticas locales	Rango de temperatura (mín y máx).
		Promedios diurnos mensuales.
ARQUITECTURA	Cubierta	Paquete constructivo de materiales reflectantes, bajo los lineamientos de la NEC-HS-EE y su impacto en el confort térmico.
		Tipología convencional (dos aguas).

Nota. Elaboración Propia.

Fuentes de Datos

Las fuentes de datos utilizadas en esta investigación provienen de archivos climáticos en formato EPW (*Energy Plus Weather*), los cuales contienen información detallada sobre las condiciones

climáticas de la zona de estudio. Este archivo es analizado mediante el *software Climate Consultant*, permitiendo evaluar las variables de radiación solar, clima y arquitectura. Además, los paquetes constructivos¹ de materialidad de la cubierta son identificados bajo los lineamientos de la NEC-HS-EE.

Diseño de los Procedimientos

Portoviejo, la capital de Manabí, es considerada la “Ciudad de los Reales Tamarindos”, caracterizada por su historia, cultura y actividad comercial, con una zona climática húmeda muy calurosa; la ciudad enfrenta altas temperaturas y una notable incidencia de radiación solar durante el año según (Sánchez & Rodríguez, 2021), impactando tanto en la calidad de vida de sus habitantes como en el diseño de infraestructuras. Este estudio se enfoca en evaluar el impacto de la radiación solar sobre la cubierta del mercado plaza central en Portoviejo, utilizando herramientas de simulación energética.

Para ello, se sigue un procedimiento estructurado desde la recolección de datos, hasta el análisis de resultados. Lo primero es obtener los datos climáticos de la ciudad de Portoviejo mediante fuentes oficiales como el INHAMI y bases de datos meteorológicos de archivos EPW que serán interpretados mediante el *software Climate Consultant*, para conocer el rango de temperatura mínimo y máximo, y los promedios diurnos de la zona de estudio. Posteriormente, se diseña un paquete constructivo¹ de cubiertas, basado en los lineamientos de la NEC-HS-EE, considerando materiales que optimicen el confort térmico interno del mercado.

Luego se realiza un levantamiento de la geometría del mercado con sus respectivos materiales de la cubierta en el *software DesignBuilder* y configurando las propiedades térmicas y físicas de la misma.

Después, se procede a la simulación, donde se analiza la radiación solar incidente en la cubierta a lo largo del año, considerando su orientación y paquete constructivo¹ de materialidad de la cubierta actual, para evaluar su influencia en la temperatura interior del mercado.

Finalmente, se realiza un análisis comparativo con un paquete constructivo¹ de materialidad en la cubierta propuesta, permitiendo identificar estrategias de diseño que optimicen de mejor manera el confort térmico interno del mercado.

Campo de Análisis

El mercado plaza central es un punto clave en el corazón de Portoviejo. Construido tras el terremoto de 2016 como parte de la ley de solidaridad, siendo inaugurado en el 2021 con una infraestructura inclusiva y accesible. Se ubica en el centro de la ciudad, en una zona estratégica delimitada por las calles Córdova, Julio Jaramillo y Avenida Alajuela, el mercado cuenta con rampas, escaleras eléctricas, ascensores y estacionamientos para 200 vehículos. Además, ofrece más de 500 espacios comerciales organizados en módulos, islas y locales, destinados a la venta de alimentos, artesanías y productos tradicionales.

La selección de este mercado para la investigación, se da por la importancia que este tiene como símbolo de reconstrucción y desarrollo urbano tras el terremoto de 2016, consolidándose como un eje comercial y social en la ciudad. Además, en 2024, el ministerio de turismo lo declaró como el primer mercado gastronómico de la costa de Ecuador, por sus más de 60 locales que ofrecen comidas tradicionales manabitas.

Unidad de Observación

El estudio se centra en la envolvente arquitectónica, específicamente en la cubierta de dos aguas diseñada con paneles metálicos ondulados de acero galvanizado R (0.0 m²K/W), U (1.180

W/m²K), que cuentan con recubrimientos reflectantes que minimizan la absorción de calor. Su tipología es de dos aguas e inclinada para permitir el drenaje de aguas pluviales y cuenta con aberturas estratégicas que permiten la ventilación cruzada y el ingreso de luz natural.

Figura 3

Plaza Central 1.



Nota. El gráfico representa la infraestructura del mercado Plaza Central 1, ubicado en la ciudad de Portoviejo (s.f.)

Técnicas

La unidad de análisis es la cubierta de dos aguas del mercado plaza central en Portoviejo, que será evaluada a través de simulaciones en el *software DesignBuilder* para determinar la cantidad de radiación solar que recibe y cuál es su impacto en la temperatura interior. Si bien no se realizaron

mediciones directas de temperatura en el mercado, la investigación se basó en datos climáticos oficiales provenientes del archivo EPW y *Climate Consultant*.

Instrumentos y Recursos

Instrumentos

Software Climate Consultant, para obtención de datos climáticos oficiales, provenientes del archivo EPW.

Paquete constructivo de materiales de cubiertas bajo los lineamientos de la NEC-HS-EE.

Software DesignBuilder, para modelado y simulación de análisis de radiación solar en la cubierta.

Recursos

Computadora.

Bibliografía especializada, como son artículos científicos sobre radiación solar y transmitancia térmica de la materialidad en cubiertas; además del libro “*Radiación Solar invisible y Arquitectura*”.

Variables, dimensiones e indicadores.

Infraestructura del mercado plaza central, para obtención de fotografías y datos estructurales para su respectivo levantamiento.

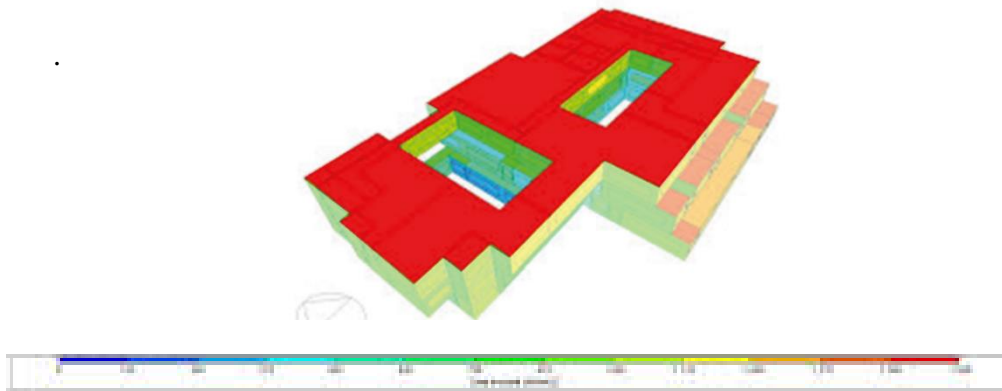
Indicadores

Del *software DesignBuilder*, una vez realizada la simulación, los indicadores del programa mostrarán los resultados obtenidos sobre el estado actual del paquete constructivo¹ de la cubierta y

su impacto térmico. Para realizar una propuesta de un paquete constructivo¹ que mejore el confort térmico de la misma cubierta del mercado plaza central en Portoviejo.

Figura 4

Evaluación de opciones de cubierta para sobrecalentamiento y apariencia visual.



Nota. El gráfico representa un módulo de simulación y los indicadores del programa (*s.f.*)

Resultados

Recolección y Procesamiento

Los datos climáticos fueron obtenidos del archivo EPW de Portoviejo y analizados en el *software Climate Consultant*, luego se realizó un paquete constructivo¹ con materiales de cubiertas según la NEC-HS-EE; para finalmente ser procesados en el *software DesignBuilder*, el cual genera mapas de calor que reflejan la distribución térmica en la cubierta del mercado plaza central.

Presentación de Resultados

Se diagnosticó las condiciones climatológicas con datos obtenidos del archivo EPW de Portoviejo (2009 – 2023) y *Climate Consultant*, en donde se presentan distintos niveles de (rango de temperatura y promedios diurnos mensuales) durante todo el año.

Rango de Temperatura.

En la ciudad de Portoviejo la temperatura promedio oscila entre 20° C y 33° C, la temperatura baja es de 22° C aproximadamente, predominando en los meses de junio, julio, octubre y diciembre; mientras que la temperatura alta de 33° C, predomina en el mes de noviembre. Anualmente la temperatura promedio es de 27° C (Figura 8).

Tabla 2

Rango de Temperatura de Portoviejo, Manabí - Ecuador.

RANGO DE TEMPERATURA	
MESES	TEMPERATURAS
junio, julio, octubre y diciembre	mínima (22°C)
noviembre	máxima (33°C)
ANUAL	promedio (27°C)

Nota. La tabla representa el rango de temperatura por meses y anual. Elaboración propia con datos del *software climate consultant (2009 - 2023)*

Promedios Diurnos Mensuales.

En la ciudad de Portoviejo la temperatura promedio diurna de bulbo seco (a todas las horas) oscila entre los 20° C y 39° C, la temperatura baja de 20° C predomina en los meses de junio y julio; y la alta de 39° C aproximadamente predomina en el mes de noviembre. En cuanto a la temperatura de bulbo seco baja es de 23° C en los meses de agosto a octubre y la alta es de 31° C en el mes de diciembre. La temperatura de bulbo húmedo baja es de 20° C en los meses de agosto a octubre y la alta es de 25° C en los meses febrero a mayo (Figura 9).

Tabla 3

Promedios Diurnos Mensuales de Portoviejo, Manabí - Ecuador.

PROMEDIOS DIURNOS MENSUALES	
MESES	RADIACIÓN DIRECTA
junio	mínima (250 kwh/m2)
enero y marzo	máxima (400 kwh/m2)

Nota. La tabla representa los promedios diurnos mensuales. Elaboración propia con datos del *software climate consultant (2009 - 2023)*

Una vez obtenido los datos climatológicos, el siguiente paso fue definir un paquete constructivo¹ para la cubierta, bajo los lineamientos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-HS-EE. La selección del paquete constructivo¹ más óptimo se realizó considerando los criterios de conductividad, transmitancia y resistencia térmica.

Tabla 4

Propiedades de paquetes constructivos en cubiertas, bajo lineamientos de la NEC-HS-EE.

ELEMENTO CONSTRUCTIVO	PAQUETE CONSTRUCTIVO	COMPONENTES	ESPESOR (CM)	CONDUCTIVIDAD (K) [W/mK]	TRANSMITANCIA (U) [W/m ² K]	RESISTENCIA (R) [m ² K/W]
Cubiertas	Losa de hormigón	Hormigón armado	10	2.3	4.7	0.043
	Teja de arcilla	Teja de arcilla	5	0.025	0.48	2.08
	Zinc	Zinc	3.5	110	1.180	1.22

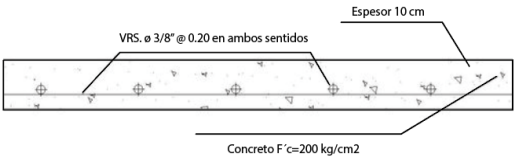
Nota. La tabla presenta los paquetes constructivos en cubiertas basados en la NEC-HS-EE.

Elaboración propia con datos de la NEC-HS-EE (2018)

Después, para determinar cada uno de los paquetes constructivos, se realizó un análisis del SRI (Índice de reflectancia solar) de cada material, conforme a los lineamientos de la NEC-HS-EE. Este análisis permitió evaluar si los materiales cumplen con la normativa vigente según la zona climática 1A “húmeda muy calurosa” de Portoviejo.

Tabla 5

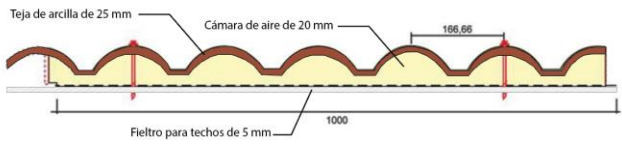
Cumplimiento del SRI de la losa de hormigón, bajo lineamientos de la NEC-HS-EE.

ZONA CLIMÁTICA	COD	MATERIAL	VALOR INDICE DE REFLECTANCIA SOLAR (SRI)	NORMATIVA	¿CUMPLE?
1A	L-1	Losa de hormigón	45	Igual o mayor a 0.65	NO CUMPLE
GRÁFICO	 <p>Diagrama de una losa de hormigón con VRS. ø 3/8" @ 0.20 en ambos sentidos. Espesor 10 cm. Concreto F'c=200 kg/cm2.</p>				

Nota. La tabla presenta el cumplimiento del SRI de la losa de hormigón, bajo los lineamientos de la NEC-HS-EE. Elaboración propia con datos de la NEC-HS-EE (2018)

Tabla 6

Cumplimiento del SRI de la teja de arcilla, bajo lineamientos de la NEC-HS-EE.

ZONA CLIMÁTICA	COD	MATERIAL	VALOR INDICE DE REFLECTANCIA SOLAR (SRI)	NORMATIVA	¿CUMPLE?
1A	T-1	Teja de arcilla + cámara de aire + fieltro	65	Igual o mayor a 0.65	SI CUMPLE
GRÁFICO	 <p>Diagrama de una teja de arcilla con cámara de aire y fieltro. Teja de arcilla de 25 mm, Cámara de aire de 20 mm, Filtro para techos de 5 mm. Dimensiones: 1000 mm de ancho y 188,66 mm de altura.</p>				

Nota. La tabla presenta el cumplimiento del SRI de la teja de arcilla, bajo los lineamientos de la NEC-HS-EE. Elaboración propia con datos de la NEC-HS-EE (2018)

Tabla 7

Cumplimiento del SRI del zinc, bajo lineamientos de la NEC-HS-EE.

ZONA CLIMÁTICA	COD	MATERIAL	VALOR INDICE DE REFLECTANCIA SOLAR (SRI)	NORMATIVA	¿CUMPLE?
1A	Z-1	Zinc + cámara de aire	3	Igual o mayor a 0.65	NO CUMPLE
GRÁFICO					

Nota. La tabla presenta el cumplimiento del SRI del zinc, bajo los lineamientos de la NEC-HS-EE. Elaboración propia con datos de la NEC-HS-EE (2018)

Tras el análisis del SRI (Índice de reflectancia solar), se concluyó que la teja de arcilla cumple con los requerimientos normativos, por lo que se seleccionó como propuesta para mejorar el sobrecalentamiento y mejorar el confort térmico interno del mercado.

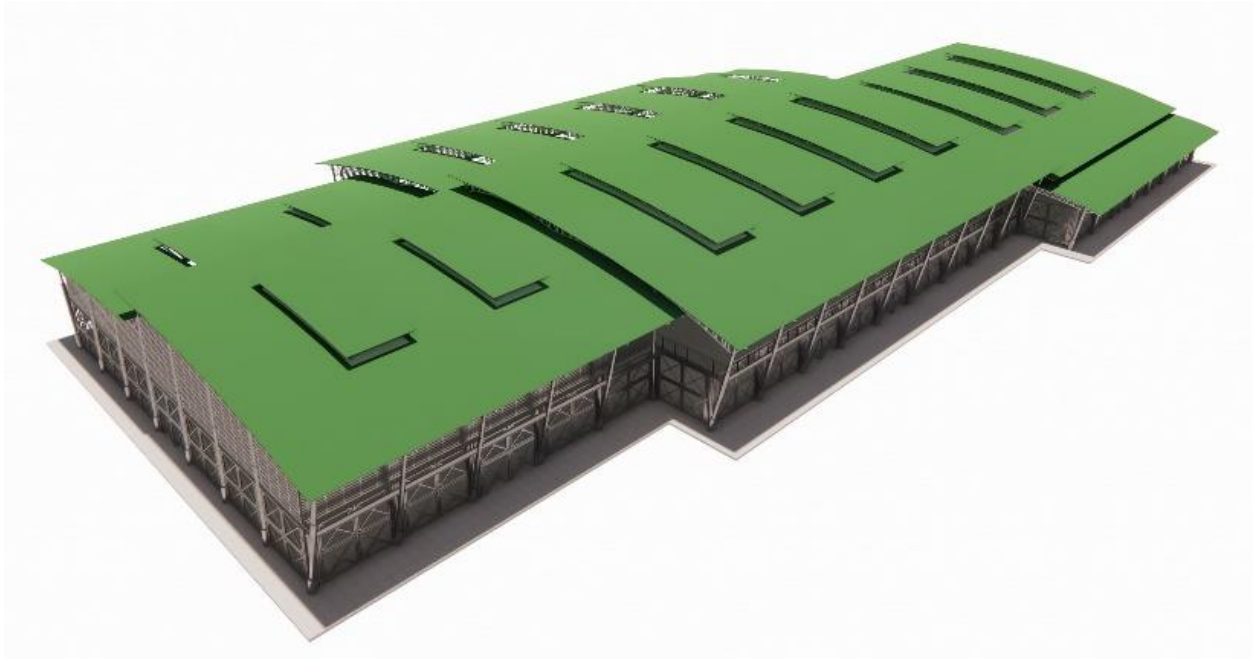
La cubierta del mercado plaza central en Portoviejo, corresponde a una tipología de dos aguas que facilita la evacuación de agua de lluvias, además es parte de la envolvente las fachadas metálicas con celosías que permiten la entrada de ventilación al interior del edificio.

En cuanto al paquete constructivo¹ de materialidad de la cubierta actual, se usaron paneles metálicos ondulados de acero galvanizado R (0.0 m²K/W), U (1.180 W/m²K), que es un material ligero y de fácil instalación utilizado comúnmente en estructuras comerciales y públicas. Además, estas láminas están recubiertas en la cara interior con pintura de color blanco para ayudar a reflejar la luz y reducir la absorción de calor. Este material ofrece alta resistencia al agua y a la humedad; y tiene propiedades térmicas de mediana resistencia a la transferencia de calor, por lo

que puede influir fácilmente a la transmitancia de calor, bajo una incidencia directa de radiación solar (Figura 5).

Figura 5

Mercado Plaza Central de Portoviejo, Manabí - Ecuador.



Nota. El gráfico representa un render del mercado plaza central (2024)

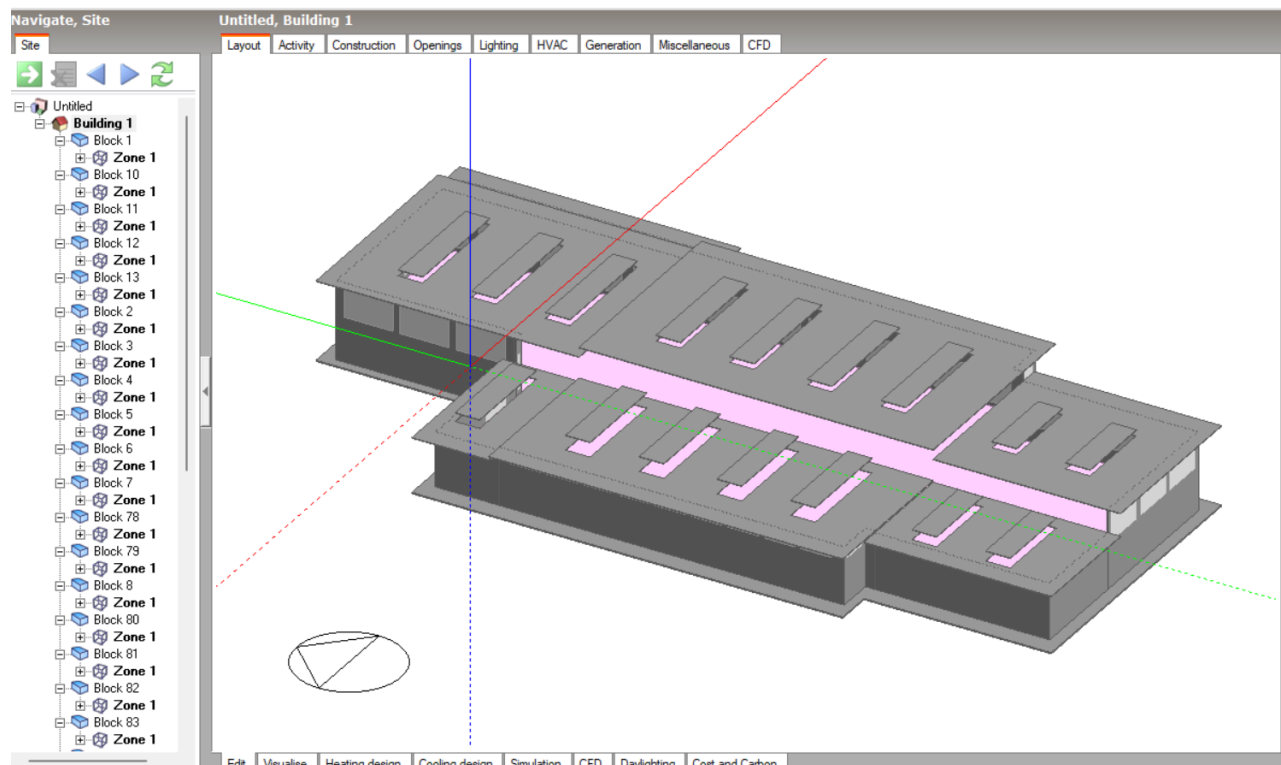
Tratamiento y Análisis

En este punto la información obtenida de los resultados se procesa en el *software DesignBuilder*.

Luego se genera un modelo 3D del mercado en *DesignBuilder* utilizando los planos obtenidos del *software AutoCAD*. Posteriormente, se modifican los materiales del modelo 3D en *DesignBuilder*, para llevar a cabo una evaluación de radiación solar, considerando los rangos de temperatura mínimos y máximos de Portoviejo, así como los promedios diurnos mensuales con picos más altos en radiación solar directa. (Figura 6).

Figura 6

Modelado 3D del mercado plaza central de Portoviejo, Manabí - Ecuador.



Nota. El gráfico representa el bloque 3D por zonas realizado en el programa, se registraron datos climáticos y de materialidad (2024)

Análisis de Resultados

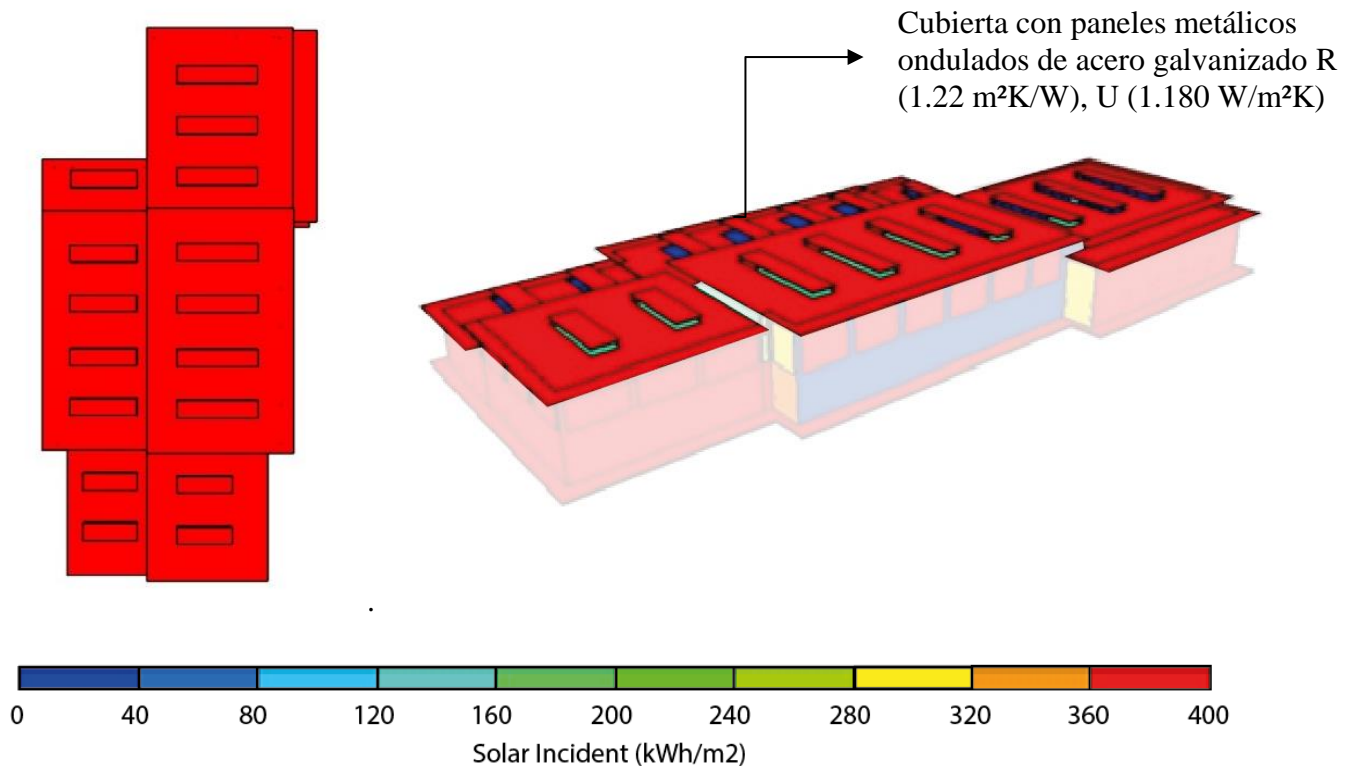
Análisis.

El análisis de incidencia solar sobre la cubierta del mercado plaza central, nos indica como varía la radiación solar sobre la misma. Para este análisis, se utilizaron datos obtenidos del software Climate Consultant. Además, la causa de la incidencia de radiación solar en Portoviejo, es la ubicación que se encuentra cerca de la línea ecuatorial, lo que provoca una exposición constante y elevada a la radiación solar a lo largo del año. En cuanto al paquete constructivo¹ de materialidad

de la cubierta, actualmente está compuesto por paneles metálicos ondulados de acero galvanizado de 35 mm R ($1.22 \text{ m}^2\text{K/W}$), U ($1.180 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Figura 7

Análisis de incidencia solar y radiación solar en DesignBuilder vista en planta y 3D.



Nota. El gráfico representa el análisis de incidencia solar y radiación solar sobre la cubierta del mercado plaza central vista en planta y 3D (2024)

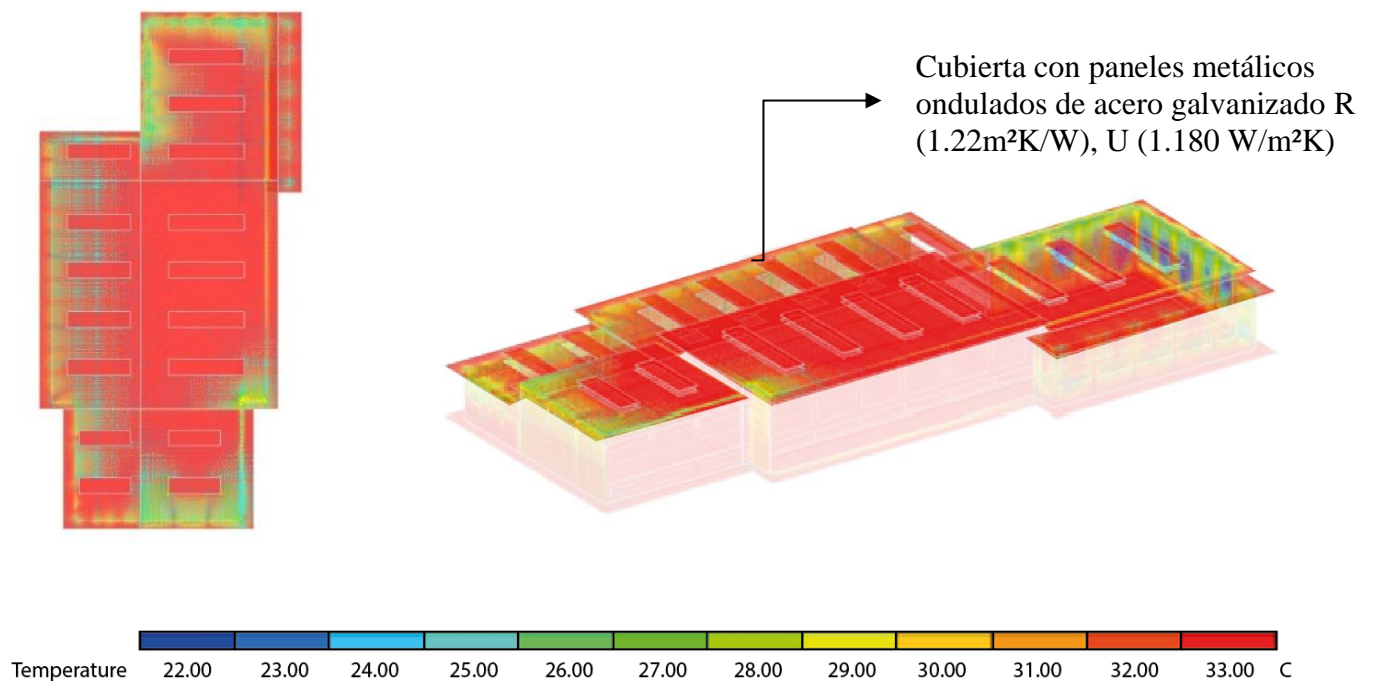
En la parte inferior de la imagen se observa los valores de radiación solar en kWh/m^2 , que varían entre 0 kWh/m^2 el mínimo y 400 kWh/m^2 el máximo, según el fichero de radiación solar directa de (*Climate Consultant*).

La cubierta del mercado, indica las zonas con mayor radiación solar con un valor cercano a 400 kWh/m², según la barra de rangos de radiación, por lo que se obtiene una uniformidad en toda la cubierta. La radiación solar es uniforme en toda la cubierta, lo que indica que las áreas expuestas a la radiación directa tienen una alta incidencia solar. Sin embargo, en la superficie interior hay presencia de menos radiación solar con un valor que oscila entre 0 a 200 kWh/m², la cual se logra observar por medio de las aberturas de las cubiertas que se encuentran más elevadas.

Una vez analizada la radiación solar, se procedió a realizar una simulación de la temperatura, para conocer cómo se distribuye el calor dentro del mercado.

Figura 8

Análisis de temperatura interna en DesignBuilder vista en planta y 3D.



Nota. El gráfico representa la temperatura interna del mercado plaza central vista en planta y 3D (2024)

En la parte inferior de la imagen se observa los valores de temperatura en °C, que varían entre 22 °C el mínimo y 33°C el máximo, según el fichero de rangos de temperatura de (*Climate Consultant*).

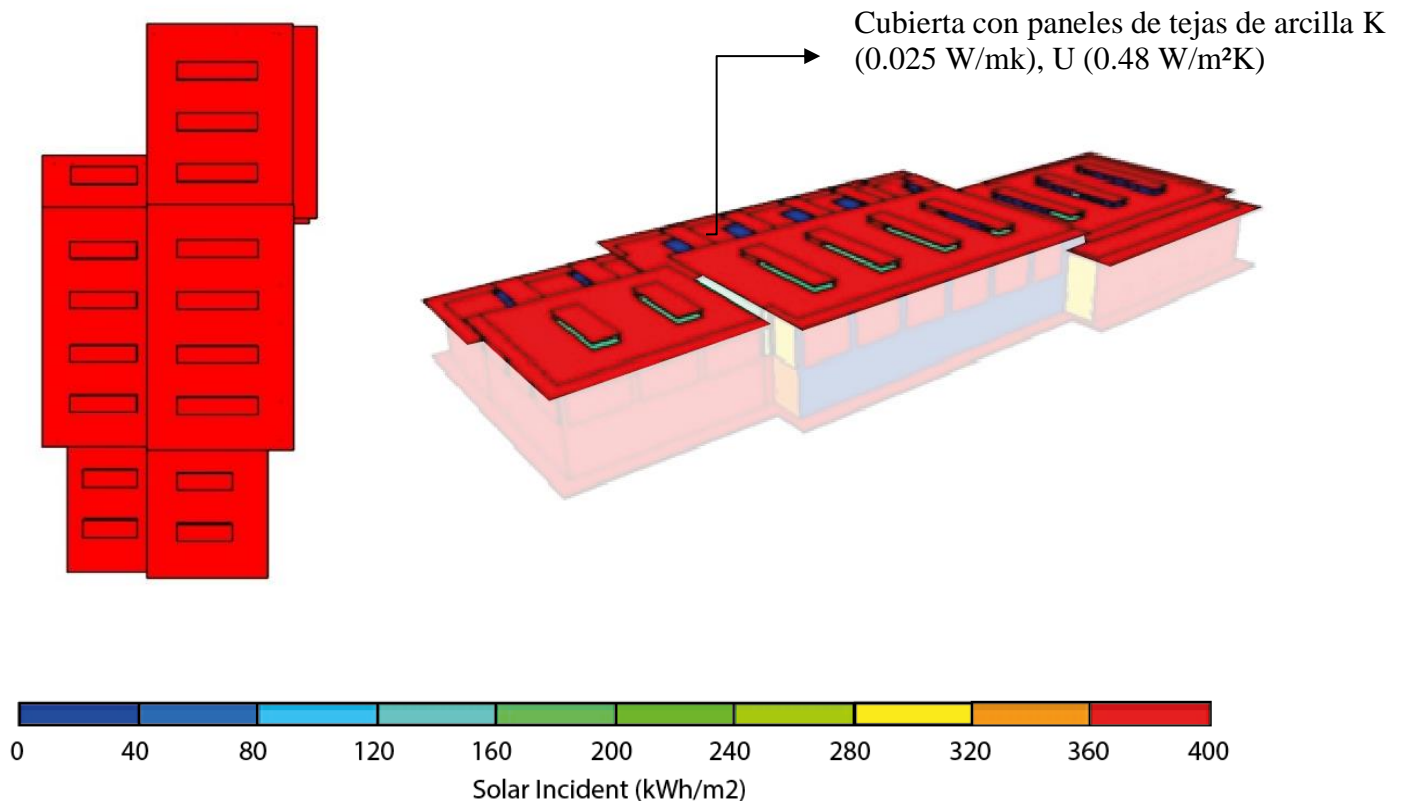
En el gráfico se muestra la distribución de temperatura en las distintas zonas del edificio, las áreas de color (azul 22°C, celeste 24°C y verde 28°C) muestran áreas con menos temperatura interna como se observa en las esquinas de la parte superior del mercado, debido que en esa zona se encuentran ventanas/celosías, las cuales permiten que exista una buena circulación de aire; mientras que en las zonas más calientes con colores (amarillo 29°C, naranja 31°C y rojo 33°C), la simulación indica un exceso de calor en casi toda la superficie de la cubierta.

Propuesta de materialidad.

A partir de los resultados obtenidos del análisis de radiación solar sobre la cubierta actual de dos aguas del mercado plaza central, se procede a desarrollar una propuesta para mejorar el confort térmico interno del caso de estudio considerando el paquete constructivo¹ que cumplió con los requerimientos normativos para la misma cubierta. En esta nueva propuesta del paquete constructivo¹ de materialidad de la cubierta se cambiaron los paneles metálicos ondulados de acero galvanizado de 35 mm R (1.22 m²K/W), U (1.180 W/m²K), por paneles de tejas de arcilla de 25mm sobre una cámara de aire de 20mm y esta sobre un fieltro para techos de 5mm, K (0.025 W/mk), U (0.48 W/m²K).

Figura 9

Análisis de incidencia solar y radiación solar en DesignBuilder vista en planta y 3D.

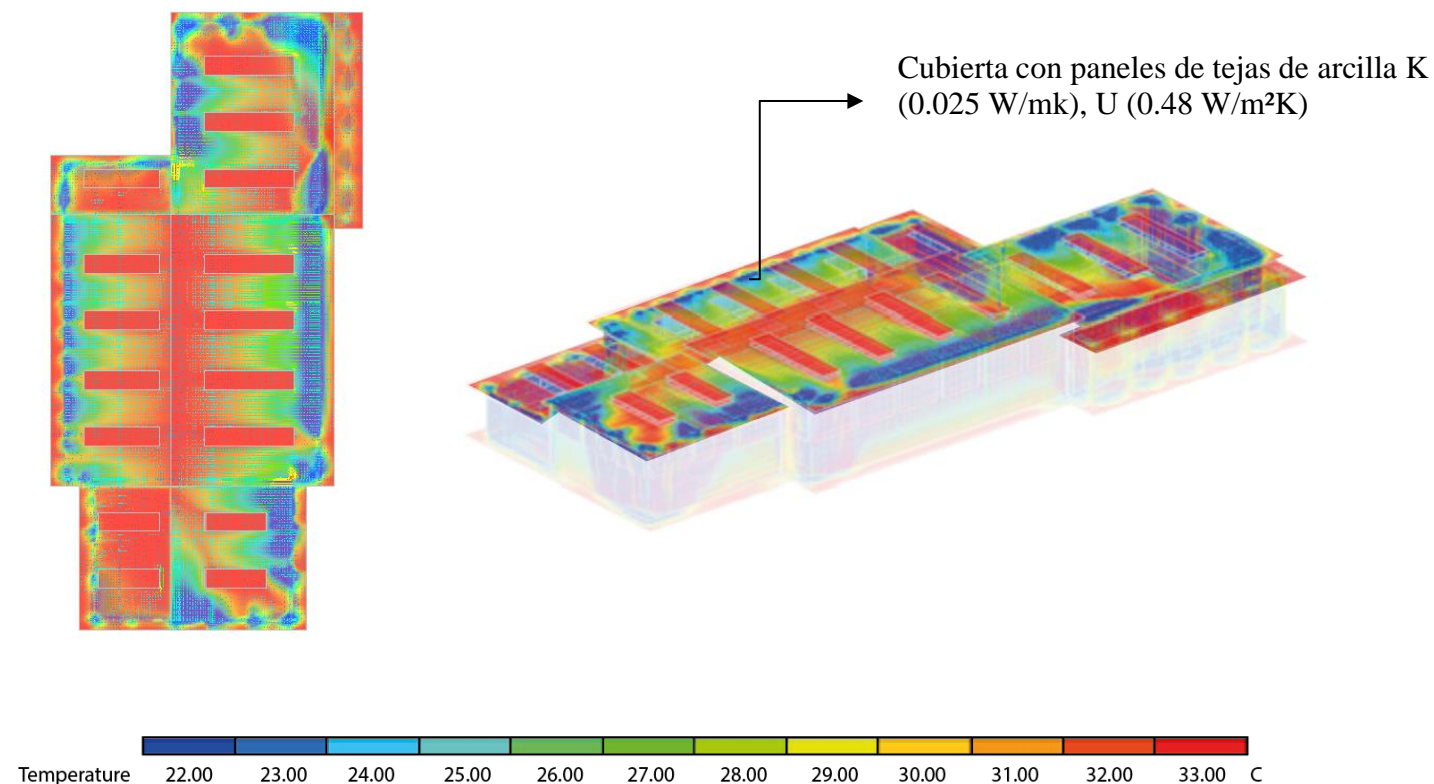


Nota. El gráfico representa el análisis de incidencia solar y radiación solar sobre la cubierta del mercado plaza central con vista en planta y 3D (2024)

Según los resultados de la propuesta indica las zonas con mayor radiación solar con un valor cercano a 400 kWh/m², según la barra de rangos de radiación, por lo que se obtiene una uniformidad en toda la cubierta, al igual que la materialidad actual. Esto se debe a que en Portoviejo la radiación solar es elevada, principalmente durante los meses más cálidos. A pesar de que los materiales presentan una buena resistencia térmica, su desempeño no es suficiente para mitigar completamente el impacto del calor.

Figura 10

Análisis de temperatura interna en DesignBuilder vista en planta y 3D.



Nota. El gráfico representa la temperatura interna del mercado plaza central vista en planta y 3D (2024)

En los gráficos de la propuesta se muestra la distribución de temperatura en las distintas zonas del mercado, las áreas de color (azul 22°C, celeste 24°C y verde 28°C) muestran áreas con temperaturas interiores más cómodas como se observa mayormente en todo el mercado, mientras que en las zonas más calientes con colores (amarillo 29°C, naranja 31°C y rojo 33°C), la temperatura es más caliente significativamente a diferencia del estado actual del mercado.

Finalmente, se muestran los datos obtenidos de los paquetes constructivos¹ de la cubierta

actual y la propuesta, por medio de tablas y gráficos que se pueden visualizar en la (Tabla 4) (Figura 11).

Tabla 8

Tabla comparativa del paquete constructivo en la cubierta actual y la propuesta.

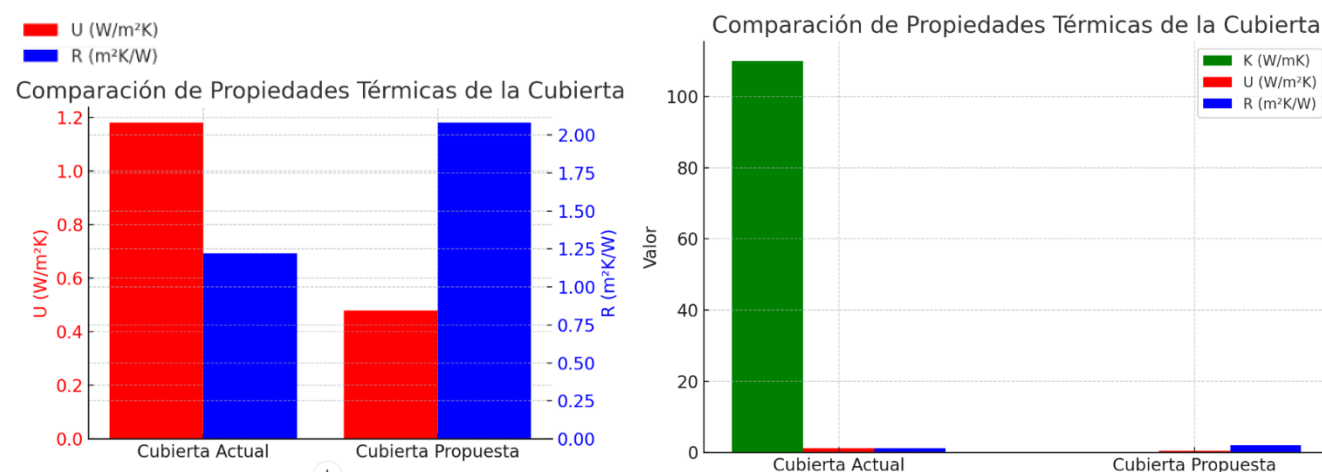
PROPIEDAD	CUBIERTA ACTUAL (PANEL DE ACERO GALVANIZADO CON CÁMARA DE AIRE)	CUBIERTA PROPUESTA (TEJA DE ARCILLA + CÁMARA DE AIRE + FIELTRO)
Conductividad térmica (K) [W/mK]	110	0.025
Transmitancia térmica (U) [W/m ² K]	1.180	0.48
Resistencia térmica (R) [m ² K/W]	1.22	2.08

Nota. La tabla representa las propiedades de materialidad en la cubierta actual y la propuesta.

Elaboración propia. (2025)

Figura 11

Comparación de propiedades térmicas de la cubierta.



Nota. El gráfico representa la comparación de propiedades térmica de la cubierta. Elaboración propia (2025)

Discusión

Discusión

Los resultados obtenidos de esta investigación evidencian que la radiación solar en Portoviejo, Manabí - Ecuador es elevada, principalmente durante los meses de enero y marzo, alcanzando picos de 400 kWh/m². Esta comparativa, es consistente con el estudio previo de Pozo Ledo (2021), quien identificó en su análisis que los niveles de radiación solar en Balderrama, Tucumán – Argentina pueden superar picos de 500 kWh/m², en los meses con mayor incidencia solar.

La investigación de Garzón y Gabriela (2007), resaltan la selección de materiales en la cubierta de chapa de zinc sobre tejuela, R (0.25 m²K/W), U (4.0 W/m²K) y la cubierta de chapa de zinc sin tejuela R (0.15 m²K/W), U (6.5 W/m²K), en este caso, la chapa de zinc sin tejuela tiene menor resistencia térmica y mayor transmitancia, aumentando el sobrecalentamiento. En este sentido. La cubierta actual del mercado plaza central, está compuesta por paneles metálicos ondulados de acero galvanizado de 35 mm R (1.22 m²K/W), U (1.180 W/m²K) y presenta un mayor impacto en el exterior de la cubierta, provocando acumulación de calor en el interior del edificio.

Al realizar la simulación en DesignBuilder con una nueva materialidad compuesta por un paquete constructivo¹ de paneles de tejas de arcilla de 25mm sobre una cámara de aire de 20mm y esta sobre un fieltro para techos de 5mm, K (0.025 W/mk), U (0.48 W/m²K), se evidencio una reducción en la transferencia de calor al interior del mercado. Sin embargo, la radiación solar directa en el exterior sobre la cubierta, siguió siendo predominante. Este comportamiento es

similar al estudio de Pozo Ledo (2021), quien identifico que, a pesar de utilizar materiales como la paja a (0,04 a 0,06 W/m·K) y mortero de barro a (1,5 W/m·K), el sobrecalentamiento no es completamente efectivo sin estrategias complementarias, como ventilación cruzada o protección solar.

Finalmente, el estudio de Cabrera et al. (2023) resalta la importancia de evaluar la transmitancia térmica de elementos constructivos de tierra como la quincha, que han demostrado ser alternativas viables para mejorar el confort térmico interno en construcciones con climas cálidos. En comparación con la propuesta de materialidad de la cubierta de dos aguas del mercado plaza central, se evidencia que, aunque los paneles de teja tipo arcilla ofrecen una mejor transmitancia térmica que el acero galvanizado; al incorporar elementos constructivos tradicionales, favorecerían al confort interior del mercado por la transmitancia térmica de los mismos.

Aunque la propuesta del paquete constructivo¹ de materialidad de la cubierta en la presente investigación, mejora la resistencia térmica, podría optimizarse mediante el uso de recubrimientos reflectantes o sistemas de doble cubierta con ventilación intermedia, que son estrategias que han demostrado ser efectivas en estudios previos.

Conclusiones

La investigación cumplió con los objetivos planteados al evaluar la radiación solar incidente sobre la cubierta del mercado plaza central en Portoviejo y determino su impacto en la materialidad de la cubierta de dos aguas, como en el confort térmico interno del mercado.

A través de la simulación en el *software DesignBuilder*, se identificó que el paquete constructivo¹ de la materialidad actual de la cubierta compuesta por paneles metálicos ondulados de acero galvanizado de 35 mm R ($1.22 \text{ m}^2\text{K/W}$), U ($1.180 \text{ W/m}^2\text{K}$) genera un efecto de acumulación de calor, por la transmitancia térmica, lo que confirma la hipótesis de que los materiales influyen significativamente en el comportamiento térmico de la cubierta. La propuesta del paquete constructivo¹ de la materialidad compuesta de paneles de tejas de arcilla de 25mm sobre una cámara de aire de 20mm y esta sobre un fieltro para techos de 5mm, K (0.025 W/mk), U ($0.48 \text{ W/m}^2\text{K}$) demostró reducir la transferencia de calor, pero no logro eliminar por completo el sobrecalentamiento, evidenciando que el cambio de materialidad es esencial ya que mejoro el confort térmico interno. Además, se evidencio que las aperturas estratégicas existentes en la cubierta de dos aguas del mercado plaza central, ayudan a dispersar el calor acumulado.

Por lo tanto, el paquete constructivo¹ de materialidad propuesta de la cubierta si cumple con el mejoramiento de confort térmico interno, pero la intensidad de radiación solar directa sigue siendo un factor limitante en el exterior.

Recomendaciones

Si bien la simulación permitió analizar el impacto de la materialidad en el comportamiento térmico de la cubierta, esta investigación presento limitaciones metodológicas como la falta de mediciones in situ que validen los resultados obtenidos. La investigación se centró en la evaluación de la radiación solar y su efecto en la temperatura interna. Por lo que, para futuras investigaciones, se recomienda realizar estudios experimentales y prácticos, con sensores de temperatura y humedad en diferentes puntos del mercado para contrastar los resultados de la simulación con la realidad. También se recomienda, realizar una evaluación de la envolvente más

la cubierta, para determinar el impacto que podría generar la suma de los valores U y R de la envolvente.

Por último, lo más viable no solo para mejorar el confort térmico, sino también la eficiencia energética, podría ser el uso de paneles solares, para aprovechar la energía solar fotovoltaica y de cierta forma contribuir a la reducción de la huella de carbono del mercado plaza central en Portoviejo.

Referencias Bibliográficas

Garzón, B., & Gabriela, G. R. (2007). *Evaluación de la aplicación de estrategias de diseño bioclimático-energético en una vivienda rural de Balderrama –Tucumán– y propuestas para su mejoramiento a partir de la simulación térmica.*

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/92849>

Sofía, A. A. A., Sanchez, G., Calvo, M. L., & Gatani, M. P. (2020, 1 febrero). *Simulación solar, lumínica y térmica del proyecto de un pabellón universitario en Villa María, Córdoba.*

<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/145165>

Ledo, G. P. (2021). Comportamiento y análisis de insolación e irradiación solar de la vivienda andina Uru-Chipaya. *Journal Boliviano de Ciencias*, 17(51), 6-26.

<https://doi.org/10.52428/20758944.v17i51.89>

Zambrano, E. B. O., Quezada, J. T., & Párraga, J. F. V. (2021). *Evaluación térmica y lumínica en prototipos de cubiertas ligeras, para clima cálido húmedo.* Dialnet.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8232278>

Tabares, J., & Díaz, L. A. (2024). *Impacto de las propiedades superficiales de una cubierta sobre el desempeño térmico interior. Análisis descriptivo sobre un local comercial de gran superficie en tres ciudades colombianas*. Dialnet.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9280374>

Cabrera, S., Guilarducci, A., González, D., & Suárez, M. (2023). Evaluación del coeficiente de conductividad y transmitancia térmica de elementos constructivos de tierra. *Revista Hábitat Sustentable*, 13(1), 8-19.

<https://revistas.ubiobio.cl/index.php/RHS/article/view/5723>

Oliver, A. L. (2017). *Radiación solar invisible y arquitectura*. Dialnet.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8389117>

Gobierno Provincial de Manabí. (2016, 4 julio). *Portoviejo - Gobierno de Manabí Ecuador*.

Gobierno de Manabí Ecuador. <https://www.manabi.gob.ec/sitio2020/cantones/portoviejo>

El clima en Portoviejo, el tiempo por mes, temperatura promedio (Ecuador) - Weather Spark.

(s. f.). Weather Spark. <https://es.weatherspark.com/y/18295/Clima-promedio-en-Portoviejo-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>

De PortoComercio, E. T. (s. f.). *PortoComercio EP*. <https://www.portocomercio.gob.ec/>

Fernandez, J. M. (2015, 22 marzo). *Fisiología de las plantas frente a la radiación(para expo)*

[Diapositivas]. SlideShare. <https://es.slideshare.net/slideshow/fisiologa-de-las-plantas-frente-a-la-radiacin-para-expo/46139508>

\climatewebsite\WMO_Region_3_South_America\ECU_Ecuador. (s. f.).

https://climate.onebuilding.org/WMO_Region_3_South_America/ECU_Ecuador/index.html

Climate Consultant / Society of Building Science Educators. (s. f.).

<https://www.sbse.org/resources/climate-consultant>

Sánchez Rodríguez, R. (2021). *Mapa de radiación solar de Portoviejo* [Figura]. ResearchGate.

https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Mapa-de-radiacion-solar-de-Portoviejo-Fuente-Sanchez-Rodriguez-2021_fig1_366080584

Viajes Boletín. (2024, 7 de marzo). *Descubre el primer mercado gastronómico de la costa ecuatoriana en Portoviejo.*

<https://viajesboletin.com/categorias/principales/latinoamerica/144125-descubre-el-primer-mercado-gastronomico-de-la-costa-ecuatoriana-en-portoviejo/>

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2019). *Norma Ecuatoriana de la Construcción: Habitabilidad y Sostenibilidad – Eficiencia Energética (NEC-HS-EE).*

<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-HS-EE-Final.pdf>

Tejas Borja. (2021). *Informe de ensayo: Índice de reflectancia solar – Blanca Jaspeada.*

<https://materiales.gbce.es/wp-content/uploads/2021/10/INFORME-DE-ENSAYO-INDICE-REFLECTANCIA-SOLAR-Blanca-Jaspeada-TEJAS-BORJA.pdf>

Cerámica Campo. (s.f.). *Color arena liso* [PDF]. [https://ceramicacampo.es/wp-](https://ceramicacampo.es/wp-content/uploads/color-arena-liso.pdf)

[content/uploads/color-arena-liso.pdf](https://ceramicacampo.es/wp-content/uploads/color-arena-liso.pdf)

Anexos

Figura 12

Solicitud de planos del Mercado Plaza Central en Portoviejo.

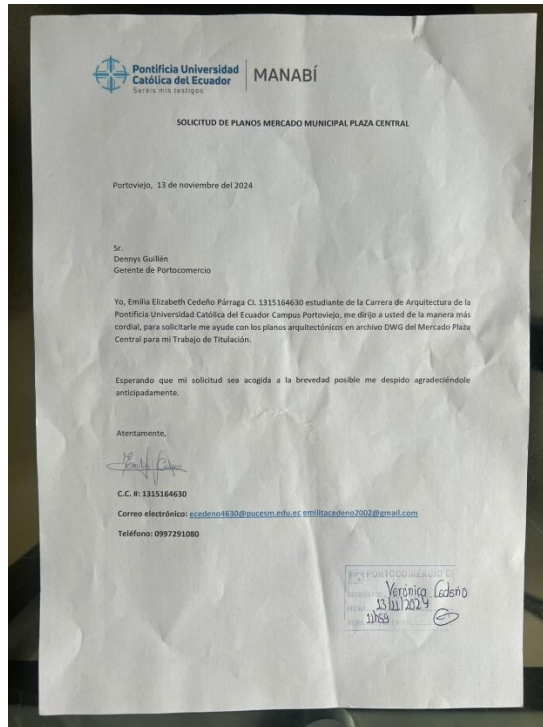


Figura 13

Información digital de planos en archivo DWG.

Compartidos conmigo > Mercado Porto ▾

Tipo ▾

Personas ▾

Modificado ▾

Fuente ▾

Carpetas



1. ARQUITECTO...

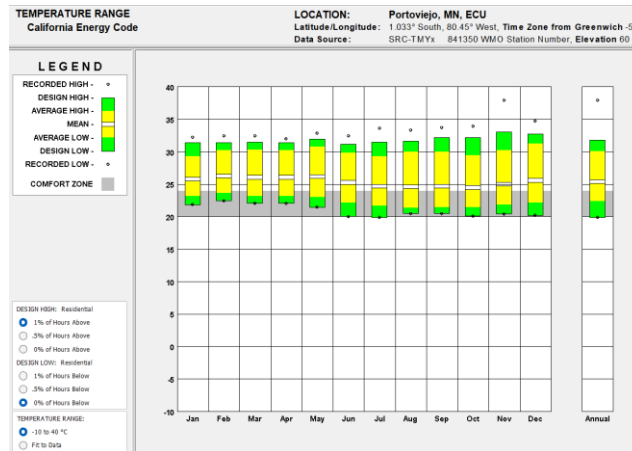


4. ESTRUCTURAL



Figura 14

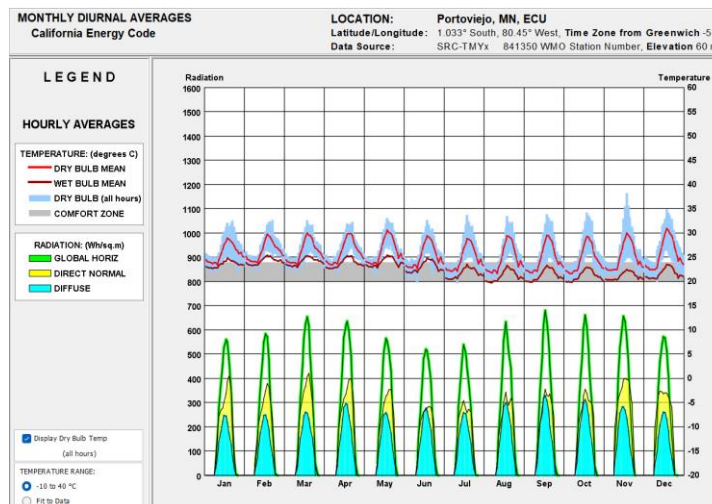
Rango de Temperatura de Portoviejo, Manabí - Ecuador.



Nota. El gráfico representa el rango de temperatura por meses y anual en el software climate consultant (2009 - 2023)

Figura 15

Promedios Diurnos Mensuales de Portoviejo, Manabí - Ecuador.



Nota. El gráfico representa los promedios diurnos mensuales en el software climate consultant (2009 - 2023)

Figura 16

Zonas climáticas de algunas ciudades (Tabla 2) – NEC -HS- EE.

Provincia	Ciudad	Zona climática
REGIÓN COSTA		
El Oro	Machala	Húmeda muy calurosa
	Zaruma	Húmeda muy calurosa
	Santa Rosa	Húmeda muy calurosa
Esmeraldas	Esmeraldas	Húmeda muy calurosa
	Quinindé	Húmeda muy calurosa
Guayas	Guayaquil	Húmeda muy calurosa
	Balzar	Húmeda muy calurosa
Los Ríos	Babahoyo	Húmeda muy calurosa
	Quevedo	Húmeda muy calurosa
Manabí	Puerto López	Húmeda muy calurosa
	Portoviejo	Húmeda muy calurosa
	Manta	Húmeda muy calurosa
	Chone	Húmeda muy calurosa
	El Carmen	Húmeda muy calurosa
	Pedernales	Húmeda muy calurosa
REGIÓN SIERRA		
Azuay	Cuenca	Continental lluviosa

Nota. El gráfico representa las zonas climáticas de algunas ciudades que se muestran en la tabla 2 de la NEC-HS-EE (s.f.)

Figura 17

Ficha técnica del panel metálico galvanizado con cámara de aire.

TABLA PARA PARED CON FIJACIÓN VISTA/OCULTA - EPS												
CAPACIDADES Y EFICIENCIA			Carga Sobreimpuesta (kg/m ²)**									
e*	R	kg	Separación entre apoyos (m)									
Espesor de Panel (mm)	Resistencia Térmica (m ² k/W)	Peso Panel (kg/m ²)	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
			35	1,22	8,42	105	84	-	-	-	-	-
50	1,74	9,02	-	147	133	119	105	84	-	-	-	-
60	2,09	9,13	-	196	154	133	112	91	-	-	-	-
70	2,44	9,61	-	217	175	140	119	98	84	-	-	-
100	3,48	10,86	-	259	238	203	161	133	112	98	84	-
150	5,22	12,88	-	273	259	224	196	182	161	133	112	91

Nota. El gráfico representa la ficha técnica del panel actual del mercado (s.f.)

Figura 18

Ficha técnica del panel de arcilla con cámara de aire.

	Espesor del panel (mm)		
	45	55	65
Longitud del panel (mm)	Estándar de 2100 mm a 16000 mm		
Anchura del panel (mm)	1000 mm		
Densidad del núcleo (kg/m ³)	40 kg/m ³ (± 2)		
Conductividad térmica (W/mK)	0,025		
Coefficiente de transmisión térmica (W/m ² K)	0,48	0,38	0,32
Paneles por paquete estándar	10	9	8
Peso del panel (kg) por metro lineal Espesor Acero: 0,5 mm ± 0,1mm	10,24	10,62	11,01
SBI Clasificación al fuego (PUR-UNE 13501-1)	Bs3d0		Cs3d0
SBI Clasificación al fuego (PIR-UNE 13501-1)	Bs2d0		

Nota. El gráfico representa la ficha técnica del panel actual del mercado (*s.f.*)