



Universidad
Indoamérica

CARRERA DE ARQUITECTURA

LINEAMIENTOS

Para la rehabilitación energética del edificio Simón Bolívar
de la Universidad Indoamérica

Jessica Magali Escobar Guaraca

Proyecto de Investigación

Autor

Escobar Guaraca Jéssica Magali
jeka27escobar@gmail.com

Equipo de Soporte:

Docente Tutor

Bustán Gaona Darío Fernando
amedina@indoamerica.edu.ec

Docente Unidad de Integración Curricular

Llacas Vicuña Luis Dellberto
luisllacas@indoamerica.edu.ec

Docente apoyo diagramación

Amaluisa Rendón Paulina Magally
paulinaamaluisa@indoamerica.edu.ec

Agradecimiento:

Agradecemos la apertura de las siguientes instituciones y personas por su aporte en este documento:

Universidad Tecnológica Indoamérica

Arq. Nicolas Lara

Arq. Karen Arias

Fecha de Publicación:

Abril 2024



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE ARQUITECTURA

TEMA

**LINEAMIENTOS PARA LA REHABILITACIÓ ENERGÉTICA DEL
EDIFICIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Arquitecto

Autora:

Escobar Guaraca Jéssica Magali.

Tutor:

Bustán Gaona Dario Fernamdo

AMBATO - ECUADOR
2024

AUTORIZACIÓN

del autor

Yo Jéssica Magali Escobar Guaraca, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre "LINEAMIENTOS PARA LA REHABILITACIÓN ENEREGÉTICA DEL EDIFICO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA", como requisito para optar al grado de Arquitecto y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, 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 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 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 deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios. Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 12 días del mes de abril de 2024, firmo conforme:



Jéssica Magali Escobar Guaraca
O6O5235464

DECLARACIÓN

de autenticidad

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de integración curricular, 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.

Ambato, 12 de abril de 2024



Jéssica Magali Escobar Guaraca
0605235464

APROBACIÓN

del tutor

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular "LINEMENTOS PARA LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA" presentado por JÉSSICA MAGALI ESCOBAR GUARACA, para optar por el Título de Arquitecto.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de Integración Curricular 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 los Lectores que se designe.

Ambato, 12 de abril de 2024.



Firmado electrónicamente por:
DARIO FERNANDO
BUSTAN GAONA

Bustán Gaona Dario Fernamdo
1103352504

APROBACIÓN

de lectores

El trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: "LINEAMIENTOS PARA LA REHABILITACIÓN EN ERGÉTICA DEL EDIFICIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA", 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 titulación.

Ambato, 12 de abril de 2024

Arias Salazar Daicy Paola
0603204934

Pazmiño Viteri Lucia Cristina
1804364246

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación va dedicado para mis padres, Luis Escobar y Dolores Guaraca, que han sido mi pilar fundamental e incondicional a lo largo de mi vida. Su amor incondicional, su sacrificio y paciencia han sido guía a través de mi viaje académica. Sin ellos , alcanzar este logro no sería posible .

A mi familia, quienes han sido fuentes constante de amor , compromiso y paciencia , cada palabra de apoyo y gesto han sido la fuerza que me ha permitido llegar aquí. A mis amigos , compañeros de aventuras , sus ánimos , risas han hecho que los desafíos se vuelvan llevaderos.

A mi misma, por a ver atravesado largas horas de estudio, investigación y reflexión. Esta tesis no solo representa el fruto de mi arduo trabajo , sino, el compromiso inquebrantable que poseo conmigo misma y me crecimiento personal y profesional

Este logro no es solo mío, si no de todos ustedes que han contribuido con sus palabras, gestos y emociones. De manera más sincera aprecio profundamente cada conversación que me ayudo a impulsarme a seguir adelante .Gracias por ser mi mayor apoyo , por creer en mi cuando dude y por celebrar conmigo cada pequeño paso .

Con mucho amor, dedico esta tesis de grado a ustedes que formaron parte esencial de mi historia académica .



AGRADECIMIENTO

De manera mas sincero deseo expresar mis sinceros agradecimiento a todas aquellas personas que contribuyeron a este trabajo de titulación .Agradezco de manera especial a la arquitecta Karen Arias por su paciencia, experiencia y generosidad al compartir sus conocimientos que han dejado una huella imborrable en mi formación.

A su vez a mi tutor de tesis el arquitecto Dario Bustán le agradezco profundamnete su guía experta, sus valiosas sugerencias, e inquebrantable apoyo, que han contribuido en gran medida al éxito de este trabajo y a mis profesores académicos .

A la Universidad Indoamérica por contribuir y proporcionar la información necesaria para esta investigación. De igual manera agradezco a mis padres por su apoyo constante la cual ha sido la piedra angular de mi éxito académico .

A Dios por ser mi guía , agradezco por ser mi fuerza en los momentos difíciles , su amor incondicional ha sido mi refugio y fortaleza. A mi familia les agradezco por su inquebrantable respaldo.

A mis amigos por estar a mi lado en cada paso de este camino .Este logro es resultado de cada gesto de apoyo y palabra de aliento de cada uno de ustedes.

RESUMEN

ejecutivo

La construcción es una de las industrias que mayormente genera contaminación, puesto que la demanda global de energía es consumida , por edificaciones, por lo cual es prioridad evaluar el grado de eficacia energética de los componentes de un edificio. La dependencia de la iluminación artificial presenta un excesivo consumo energético, esto contribuye a la demanda de recursos energéticos no renovables , lo que causa problemas ambientales y a su vez aumenta la vulnerabilidad de los sistemas de iluminación ante interrupciones , en el suministro eléctrico.

Ante lo mencionado la autora se propuso en analizar el consumo energético enfocado en la iluminación artificial del edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica a través del software Revit y su plugin análisis de iluminación , en dicha investigación se empleó un enfoque de investigación mixto por medio de dicho se procesó los datos obtenidos , y se obtuvo una comprensión más precisa de la problemática , Dicha investigación tuvo la finalidad de plantear lineamientos que ayuden a reducir la dependencia de la iluminación artificial y de tal modo ofreció un espacio confortable para los estudiantes y la comunidad educativa.

DESCRIPTORES: consumo energético , edificio educativo , rehabilitación energética .

ABSTRACT

Construction is one of the industries that mainly generates pollution, given that the global energy demand is consumed by buildings, making it a priority to evaluate the energy efficiency of building components. Dependency on artificial lighting results in excessive energy consumption, contributing to the demand for non-renewable energy resources, which conversely causes environmental problems and increases the vulnerability of lighting systems to interruptions in electrical supply.

Given this, the author aimed to analyze the energy consumption focused on the artificial lighting of the Simón Bolívar building at Indoamérica University through the Revit software and its lighting analysis plugin. A mixed research approach was employed in this research to process the obtained data, resulting in a more precise understanding of the issue. The purpose of this research was to propose guidelines to reduce dependence on artificial lighting, thus providing a comfortable space for students and the educational community

KEYWORDS: Energy consumption, educational building, energy

ÍNDICE

de contenidos

CAPITULO 1	21	Resultados de Análisis con la implementación de esrategias.....	107
INTRODUCCIÓN.....	22	Cuadro comparativo de los luxes.....	108
CONTEXTUALIZACIÓN.....	23	Lineamientos.....	111
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	26	CAPITULO 5	155
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	26	CONCLUSIONES.....	156
JUSTIFICACIÓN.....	27	RECOMENDACIONES.....	155
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27	Bibliografía.....	161
CAPITULO 2	28	Anexos.....	164
MARCO TEÓRICO.....	29		
Fundamento conceptual.....	29		
Fundamento teórico.....	30		
Estado del arte.....	32		
Capitulo 3	39		
DISEÑO METODOLÓGICO.....	40		
Enfoque.....	40		
Nivel de Investigación.....	41		
Tipo de investigación.....	42		
Técnica de recopilación de datos.....	42		
Población y muestra.....	44		
Capitulo 4	48		
DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 1.....	49		
DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 2.....	42		
Análisis y Resumen de Entrevistas.....	55		
Levantamiento arquitectónico.....	58		
Fichas de observación del soporte energético.....	62		
Resultados Obtenidos.....	78		
DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECIFICO 3.....	78		
Modelado 3D.....	79		
Identificación de la ubicación de la luminaria artificial.....	81		
Diagnóstico del estado actual de la iluminación en la edificación.....	87		
Resultados de Análisis de Luz natural.....	97		
Resultados de Análisis de Luz artificial.....	98		
Estrategias.....	99		
Simulación con estrategias implementadas.....	102		

ÍNDICE

de figuras

Figura 01. Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica.....	25
Figura 02. Árbol de problemas.....	26
Figura 03. Eficiencia Energética en Edificaciones Requisitos.....	50
Figura 04. Normativa Ecuatoriana de Construcción Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales.....	51
Figura 05. Acuerdo No. MEM-MEM-2022-OO22-AM.....	52
Figura 06. Iluminación de los centros de trabajo.....	53
Figura 08. Ubicación.....	57
Figura 09. Planta baja del edificio.....	58
Figura 10. Planta Alta 3 del edificio.....	59
Figura 11. Planta Alta 3 del edificio.....	60
Figura 12. Corte transversal del edificio.....	61
Figura 13. Levantamiento 3D.....	79
Figura 13. Levantamiento 3D.....	80
Figura 15. Planta Baja del edificación Universitaria.....	81
Figura 16. Planta Baja del edificación Universitaria.....	82
Figura 17. Planta Alta 3 del edificación Universitaria.....	83
Figura 18. Planta Alta 3, espacio interior.....	84
Figura 19. Planta Alta 3, espacio interior.....	84
Figura 20. Planta Alta 4 del edificación Universitaria.....	85
Figura 21. Planta Alta 4, espacio interior.....	86
Figura 22. Planta Alta 4, espacio interior.....	86
Figura 23. Nomenclatura del análisis.....	87
Figura 24. Planta Baja, Simulación iluminación natural 8am.....	88
Figura 25. Planta Baja, Simulación iluminación artificial 8am.....	88
Figura 26. Planta Alta 3, Simulación iluminación natural 8am.....	89
Figura 27. Planta Alta 3, Simulación iluminación artificial 8am.....	89
Figura 28. Planta Alta 4, Simulación iluminación natural 8am.....	90
Figura 29. Planta Alta 4, Simulación iluminación artificial 8am.....	90
Figura 30. Planta Baja, Simulación iluminación natural 12am.....	91
Figura 31. Planta Baja, Simulación iluminación artificial 12am.....	91
Figura 32. Planta Alta 3, Simulación iluminación natural 12 am.....	92
Figura 33. Planta Alta 3, Simulación iluminación artificial 12 am.....	92
Figura 34. Planta Alta 4, Simulación iluminación natural 12 am.....	93
Figura 35. Planta Alta 4, Simulación iluminación artificial 12am.....	93
Figura 36. Planta Baja, Simulación iluminación natural 4pm.....	94
Figura 37. Planta Baja, Simulación iluminación artificial 4pm.....	94
Figura 38. Planta Alta 3, Simulación iluminación natural 4pm.....	95
Figura 39. Planta Alta 3, Simulación iluminación artificial 4pm.....	95
Figura 40. Planta Alta 4, Simulación iluminación natural 4pm.....	96
Figura 41. Planta Alta 4, Simulación iluminación artificial 4pm.....	96
Figura 42. Estrategias propuestos esquemas.....	100
Figura 42. Estrategias propuestos.....	101
Figura 44. Planta baja. Análisis de iluminación con estrategias 8am.....	102
Figura 45. Planta Alta 3. Análisis de iluminación con estrategias 8am.....	102
Figura 46. Planta Alta 4. Análisis de iluminación con estrategias 8am.....	103
Figura 47. Planta baja. Análisis de iluminación con estrategias 12 pm.....	103
Figura 48. Planta Alta 3. Análisis de iluminación con estrategias 12pm.....	104
Figura 49. Planta Alta 4. Análisis de iluminación con estrategias 12pm.....	104
Figura 50. Planta baja. Análisis de iluminación con estrategias 4 pm.....	105
Figura 51. Planta Alta 3. Análisis de iluminación con estrategias 4pm.....	105
Figura 49. Planta Alta 4. Análisis de iluminación con estrategias 4pm.....	106

ÍNDICE

de tablas

Tabla 01. Referencia para zonificación climática.....	32
Tabla 02. Estado de Arte- Tabla resumen	37
Tabla 03. Ficha de observación del soporte energético.....	45
Tabla 04. Ficha de observación -horas críticas.....	46
Tabla 05. Técnica para la recolección de datos.....	47
Tabla 06. Tabla resumen de entrevistas.....	55
Tabla 07. Paneles Solares de la Universidad Indoamérica.....	57
Tabla 08. Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Baja.....	62
Tabla 09. Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Baja - Horas de Gasto Energético.....	64
Tabla 10. Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Alta 3.....	65
Tabla 11. Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Alta 3 - Horas de Gasto Energético.....	70
Tabla 12. Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Alta 4.....	74
Tabla 13. Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Alta 4 - Horas de Gasto Energético.....	77
Tabla 14. Tabla de análisis de la iluminación natural.....	97
Tabla 15. Tabla de análisis de la iluminación artificial.....	98
Tabla 16. Tabla de análisis con la implementación de estrategias.....	107
Tabla 17. Análisis de lúmenes según Normativa, Estado Actual, aplicación de estrategias.....	108
Tabla 18. Tabla comparativa del consumo actual y consumo proyectado.....	109
Tabla 19. Tabla ahorro energético proyectado.....	109

CAPÍTULO 1

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El impacto ambiental de los humanos sobre el planeta es un tema que se preocupa desde hace años atrás, sin embargo, no fue hasta finales de los años 60 del siglo XX que la sociedad inicia a cuestionarse con la necesidad de la conservación de los recursos no renovables, la biodiversidad y la protección ambiental. Desde ese momento se comienzan a llevar a cabo las primeras cumbres mundiales sobre el medioambiente.

Generalmente la construcción es una de las industrias que genera mayor contaminación del planeta, puesto que el 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero son generadas por el mismo, y de igual manera el 35% de la demanda global de energía es consumida, por lo cual es prioridad evaluar el grado de eficacia energética de los componentes de un edificio.(International Energy Agency, 2015)

En los años de 1973 y 1979 se produjo un panorama que cambiaría la perspectiva a nivel mundial "la crisis del petróleo", el cual demostró la fragilidad de las economías de los países

por su elevada dependencia de los combustibles fósiles. Dicho suceso, provoca que se destaque por primera vez la preocupación ante la energía y se puedan establecer políticas para obtener una mayor eficiencia energética.

No obstante no fue hasta la finales del siglo XX cuando la Unión Europea 93/76/CEE (1993) una de las primeras directiva aparece y de igual manera los nuevos modelos de edificios como el " estándar passivhaus" (1988) que por primera vez se introduce mejoras energéticas en la edificación. De igual manera el concepto de " eficiencia energética" comienza a tomar fuerza en las construcciones y a tomarse en cuenta para la reducción de los consumos energéticos de las edificaciones.

La dependencia de la iluminación artificial presenta un excesivo consumo energético, esto contribuye a la demanda de recursos energéticos no renovables, lo que causa problemas ambientales y a su vez aumenta la vulnerabilidad de los sistemas de iluminación ante interrupciones, en el suministro eléctrico.

Ante lo mencionado la autora se propuso en analizar el consumo energético enfocado en la iluminación artificial del edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica a través del software Revit y su plugin análisis de iluminación, en

dicha investigación se empleó un enfoque de investigación mixto por medio de dicho se procesó los datos obtenidos , y se obtuvo una comprensión más precisa de la problemática , Dicha investigación tuvo la finalidad de plantear lineamientos que ayuden a reducir la dependencia de la iluminación artificial y de tal modo ofreció un espacio confortable para los estudiantes y la comunidad educativa.

CONTEXTUALIZACIÓN

MACRO

El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, causadas en gran parte por la energía consumida por la edificaciones , ha llevado a generar un grado de conciencia sobre la necesidad de reducir la huella de carbono en el ámbito construcciones es por eso que se han realizado investigaciones previas las cuales sustentan estrategias que ayuden a la eficiencia energética en las edificaciones educativas

Los Objetivos Europeos 2050 dados por las distintas cumbres sobre el cuidado de ambiente forman una parte fundamentada en relación a la eficiencia energética en las edificaciones , las principales prioridades de los países europeos es la reducción del consumo de energía y las emisiones de los gases de efecto invernadero generados por la construcción.

Efectivamente en los países europeos en general y de manera particular España existe un elevado potencial de ahorro de energía y de emisiones de gases puesto que la mayoría de edificios que se encuentran en pie , hoy en día , han sido rehabilitados con previo estudio de sus fachadas, materialidad y sustentadas a través de programas.

El gobierno español ha decretado una serie de leyes y normativas que establecen requisitos de eficiencia energética en la construcción y la rehabilitación de edificios. Se han empleado diseños pasivos y Orientados aprovechando al máximo las condiciones naturales , colocando ventanas al sur para aprovechar el calor solar en invierno, a su vez la implementación de materia-

les aislantes térmicos de calidad para minimizar la pérdida de calor en invierno y la ganancia de calor en verano.

La rehabilitación tiene como función conservar y adaptar las edificaciones existentes a las nuevas exigencias y necesidades, enmendando las imperfecciones que durante su vida útil surgieron.

De modo histórico la rehabilitación planteaba soluciones tales como estructurales, renovación de acabados, entre otros. Esto se ve modificado actualmente ya que aparece la variable de la energía, por lo cual , además de la conservación de edificios , hoy en día también se busca el confort de los usuarios desde el punto de la eficiencia energética y con enfoque sostenible.

Esta nueva visión doble se lleva a cabo mediante los sucesos de " rehabilitación energética". Con este contexto la rehabilitación de equipamientos educativos presenta un nivel de problemático puesto que dichas edificaciones no ha tenido un cambio en la manera de enseñar , por lo cual el modelo de las edificaciones no requieren un cambio. En los últimos años se han introducido nuevas metodologías en las clases, como el implemento de tecnología nueva , no obstante, dichos cambios no fuerzan la necesidad de la creación de un nuevo modelo de equipamiento educativo .

Se debe comprender que la rehabilitación energética es un recurso de oportunidad , por lo cual si no se ha producido en los últimos años un cambio en la metodología que necesiten de un nuevo modelo de edificación , es necesario comprender que la finalidad de la arquitectura hoy en día es llegar a la rehabilitación de edificaciones para logra la mejora de su confort y de igual manera conseguir un alto nivel en la rehabilitación energética.

Se puede mencionar que la ubicación geográfica y las diferentes condiciones climáticas desempeñan un rol crucial en las rehabilitaciones energéticas.

En el caso de España los equipamientos educativos que se encuentran localizados en la región de Cataluña , donde se toma un muestreo de 354 equipamientos educativos , para de esta manera obtener datos reales mediante

auditoras energéticas los cuales proporciona datos confiables, los cuales arrojaron que el consumo de energía en estas edificaciones arroja entre 68 y 122 KWh/m²/ año.

Como es el caso del equipamiento Educativo "El Garrofer" en Viladecans-España es un proyecto arquitectónico sostenible el cual se convirtió en el primero en realizar una rehabilitación energética integral.

Este proyecto fue construido en el año de 1974, en donde el año 2015 un estudio por parte de la área metropolitana de Barcelona reveló su alto nivel de consumo energético por parte de sus deficiencias en aislamiento, y esto se debe que en los años de su construcción no se tomaba en consideración los criterios de eficiencia energética, lo que causa incomodidad a los alumnos y profesores, además del elevado gasto económico.

Según el entre metropolitano aseguraba que con una rehabilitación energética o reforma de bajos criterios con enfoque "passivhaus" se podía reducir el consumo de gas hasta un 80% y de la misma manera la electricidad en un 25%.

De esta manera las emisiones de gases de efecto invernadero del equipamiento educativo bajarían hasta un 55%. Este proyecto abordó sistemas constructivos innovadores, sistemas de instalaciones y tomando en consideración la zona climática.

La planificación de este proyecto se llevó en tres fases, estudio preliminar, anteproyecto y finalmente el proyecto, con el objetivo de reducir el gasto en el consumo energético hasta el 50% respecto a los gastos actuales y proporcionar un confort lumínico y térmico a sus usuarios.

MESO

A nivel meso se plantea el análisis de la situación de Ecuador, en donde según los datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), el país exhibe un alto consumo energético en la industria de las construcciones con aumento de 8.13% frente al año previo (INEC, 2022).

En Ecuador es un fenómeno notable que se ha incrementado en los últimos años, la dependencia de la iluminación artificial es una de los principales factores en el aumento del consumo energético, esto refleja tanto la modernización del país y los desafíos con el desarrollo urbano y a su vez la disponibilidad de los recursos.

Ante esta problemática, algunos profesionales en el ámbito de la construcción han optado por emplear herramientas tecnológicas, los cuales ayudan a determinar el consumo energético de una edificación y posteriormente presentan estrategias sostenibles que ayuden a su mejora.

Como es el caso de Guayaquil, donde existe edificios educativos construidos que demandan un alto nivel de energía para su funcionamiento con, los cuales se ayudan con la iluminación artificial para generar un confort hacia los usuarios. Cabe mencionar que el 21,6% de la energía de Ecuador fue distribuida hacia dicha ciudad. (CNEL, 2023) demostrando así una alta demanda de energía.

Esto está estrechamente ligado a los patrones de vida moderna. En las edificaciones educativas, la iluminación artificial es esencial puesto que ayudan a prolongar las horas de productividad. La dependencia de la iluminación artificial implica desafíos grandes puesto que los costos para los usuarios como para el gobierno son significativos. El excesivo consumo de la energía para la iluminación artificial contribuye de manera significativa al cambio climático y la contaminación lumínica, especialmente si dicha energía no proviene de fuentes renovables.

Los datos obtenidos resaltan la importancia de generar rehabilitaciones energéticas enfocadas en la disminución de la iluminación artificial en las edificaciones, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero, esto se logra a través de la instalación de sistemas de aislamientos térmicos, mejorando las condiciones de iluminación natural y su vez la sustitución de los sistemas de climatización antiguos por otros más eficientes.

MICRO

El cantón Ambato, perteneciente a la provincia de Tungurahua, tomando en consideración las singularidades , económica, sociales , culturales y geográficas , muestran que el consumo energético en el ámbito industrial es de 25%, el comercial 19%, residencial de 37% y el alumbrado público de 19% , dando un total de 100% .

Donde Los datos obtuvimos muestran que la refrigeración, la calefacción y la iluminación artificial representan alrededor del 80% del consumo energético de edificaciones, las cuales poseen una demanda anual de 833 kWh por habitante (Borja,2022,)

Tomando en consideración dichos datos mencionados, se indica que la rehabilitación energética con enfoque en la iluminación artificial de una edificación es rentable puesto que posee un impacto económico, ambiental, pedagógico y social. Al considerar la normativa o medias asociadas al tema de eficiencia energética, se puede mostrar un alto nivel de contribución en el tema de sostenibilidad y calidad de aprendizaje.

El confort favorece el desarrollo integral del alumno y maestros en una comunidad educativa aumentando los niveles de rendimiento académico . Se puede indicar que el empleo de software y la metodología abarcada ayudan al diagnostico sobre la eficiencia energética con enfoque en la iluminación artificial de diseños arquitectónicos.

Puesto que los softwares ayudan a diseñar edificaciones que sean mas eficientes en el ámbito de energético proponiendo estrategias , diagnosticadas luego de un análisis de datos, de tal manera ayuda a reducción del impacto ambiental , llegando hasta proponer sistemas de construcción que reduzcan la contaminación.

En la actualidad, se evidencia un gran avance tecnológico, científico y técnico en el ámbito de la eficiencia energética con enfoque en iluminación artificial , por lo cual es posible aplicar métodos que emplean herra-

mientas de construcción avanzadas para diagnosticar la ubicación u orientación, toma de decisiones en la construcción , el espacio como afecta la eficiencia energética y el consumo del mismo en procesos constructivos .

Ante, lo dicho la autora se propone en analizar el consumo energético enfocado en la iluminación artificial del edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica como se puede observar en la (figura 1), a través del software especializado , con la finalidad de plantear lineamientos que ayuden a reducir la dependencia de la iluminación artificial y de tal modo ofrecer un espacio confortable para los estudiantes y la comunidad educativa .

Figura 1

Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica



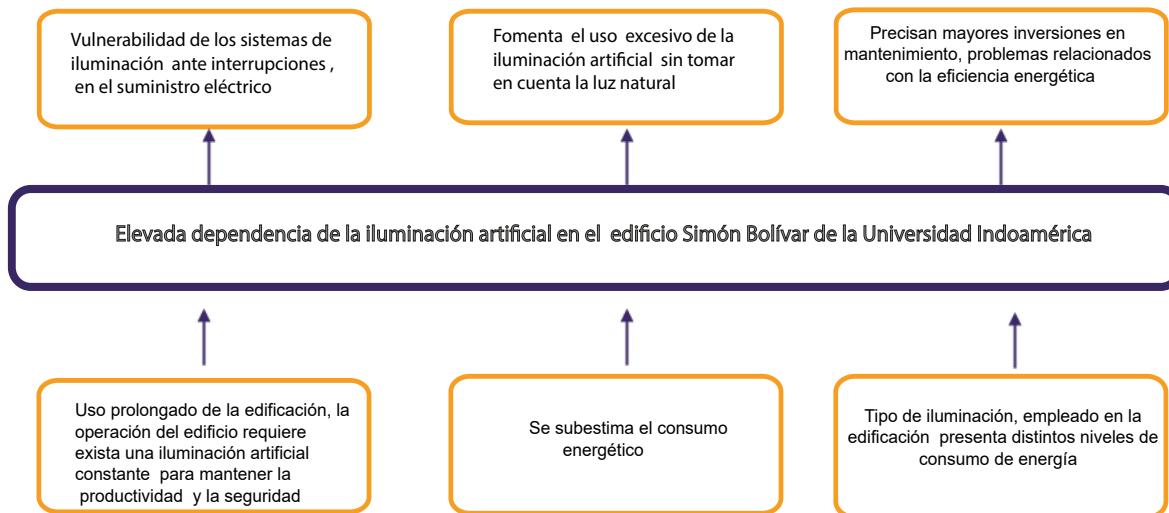
Nota. Fotografía elaboración propia Edificio Simón Bolívar - Universidad Indoamérica

ÁRBOL DE PROBLEMAS

Figura 2

Árbol de problemas

Efectos



Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Qué teorías y normativas vigentes en materia de la eficiencia energética, asociadas a la disminución del consumo de energía?

¿Cuál es el estado actual de la edificación en base al consumo energético enfocado en el consumo de la iluminación artificial?

¿Qué estrategias de mejora para la eficiencia energética se pueden aplicar para disminuir el consumo energético, enfocado en la iluminación artificial en el edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica?

JUSTIFICACIÓN

El tema de investigación es pertinente puesto que está adscrito en la línea de investigación 2 Diseño, Técnica y Sostenibilidad (DITES) de la carrera de Arquitectura de la Universidad Tecnológica Indoamérica.

Las edificaciones son construcciones que consumen recursos, materiales y a su vez es considerado como un intercambiador de energía. Desde el inicio de su construcción y posteriormente su utilización, se genera dicho intercambio.

El existente problema actual del excesivo consumo de energía con dependencia elevada a la iluminación artificial de las edificaciones y sus altas contribuciones al cambio climático y la contaminación ambiental, hace que se aborde el trabajo empezando por el análisis del caso en particular del edificio Simón Bolívar de la Universidad Tecnológica Indoamérica sede Ambato, el cual se utilizara como referente para el estudio del consumo energético enfocado en la dependencia de la iluminación artificial y su comportamiento.

El objetivo es proponer una guía para la rehabilitación energética con enfoque en la iluminación artificial de las edificaciones de tal manera sean más sostenibles y eficientes, utilizando herramientas informáticas que nos permitan estudiar dichos comportamientos. Las modificaciones en sus componentes arquitectónicos los cuales permitan reducir el consumo de energía, enfocado en la dependencia de la iluminación artificial en horas de la mañana y a su vez, proporcionar de manera eficaz a la regulación del medio ambiente.

La investigación en esta área contribuye a la mejora de las edificaciones energética y a la adaptación al cambio climático, esto implica un uso más racional de la iluminación artificial, lo que no solo reduce los costos operativos, sino que también disminuye a la demanda de recursos energético ayudando a mitigar el cambio climático.

Es importante que para el país contar con estrategias o indicadores de la eficiencia energética enfocado en la disminución de la dependencia de la iluminación ar-

tificial en edificaciones universitarias de tal manera fortalecer factores como el desempeño energético llegando a obtener el confort en los usuarios y a su vez generar un conocimiento previo y proponer mejoras adecuadas

El estudio de Rehabilitación Energética enfocado en la iluminación del Edificio Simón Bolívar de la Universidad Tecnológica Indoamérica sede Ambato es factible debido que existe un interés social ante la problemática de tal manera se han dado las facilidades del caso para que el estudio se efectuó de manera adecuada, además el investigador cuenta con los recursos adecuados para llevar a cabo dicho análisis y el cumplimiento de los objetivos planteados a lo largo del estudio

OBJETIVOS OBJETIVO GENERAL

Proponer lineamientos para la rehabilitación energética enfocado en la reducción de la dependencia de la iluminación artificial del edificio Simón Bolívar de la Universidad Tecnológica Indoamérica fundamentada en la toma de decisiones estratégicas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Objetivo específico 1: Documentar las teorías y normativas vigentes existentes en materia de la eficiencia energética, asociadas a la disminución del consumo de energía por medio de consultas bibliográficas y casos de estudios
- ii. Objetivo específico 2: Diagnosticar el estado actual de la edificación en base a criterios de consumo energético, enfocada en la iluminación artificial, mediante la utilización de fichas de observación y a su vez contextualizar la edificación a través de entrevistas.
- iii. Objetivo específico 3: Proponer estrategias de mejora para la eficiencia energética, aplicables a la edificación educativa, para disminuir el consumo energético, enfocada en la iluminación artificial a través del análisis lumínico en un software especializado



CAPÍTULO 2

CAPÍTULO

2

Marco teórico

Fundamento conceptual

El marco conceptual es un apartado esencial y sólido, puesto que es donde se abarca terminologías específicas y a su vez generales con el objetivo de explicar los términos de estudio de forma técnica

Edificio educativo: es una infraestructura al cual fue diseñada y construida con su principal propósito de facilitar el proceso de enseñanza y a su vez aprendizaje. En el cual se desarrolla actividades formales, tales como, clases, prácticas, talleres y conferencias. (UNESCO,2016)

Rehabilitación energética: se la define como el proceso de mejoramiento en la eficiencia energética de una edificación mediante distintas acciones tales como el aislamiento, e instalaciones de sistemas renovables entre otros. (Martins de Almeida ,2019)

Según Hernández y Meza (2011), la industria de la construcción es uno de los sectores mas económicos importantes a nivel global, lo que lo transforma como un décimo de la

economía de la economía mundial y menciona que las edificaciones utilizan el 40% de la energía mundial el cual, también es responsable del 50% de las emisiones de CO2

Mendes (2014) menciona que es importante tomar iniciativas cambios en la industria de la construcción para de este modo adaptarse a los objetivos de Desarrollo y Sustentabilidad a través de sistemas ambientales para las construcciones, se debe entender que las obras arquitectónicas se pueden convertir como un modificador en el medio ambiente, por tal motivo, son las construcciones o las edificaciones las cuales deben proponer mejoras prácticas ambientales para todos aquellos procesos que generen la industria de la construcción, desde los diseños arquitectónicos hasta el empleo de la energía eficiente y por lo cual construir alternativas relacionadas al rendimiento energético, y a su vez el empleo de materiales, técnicas constructivas sostenibles y por ultimo sistemas tecnológicos ayuden al beneficio del medio ambiente.

En Latinoamérica países como Chile, México, Argentina y Brasil, ha comenzado a clasificar por normativas los niveles de eficiencia energética en las edificaciones.

Ecuador la industria de la producción ha generado un incremento en el consumo energético (Instituto de Investigación Geológico y Energetico,2018), por lo cual surge la

necesidad de aplicar técnicas bioclimáticas, y a su vez técnicas constructivas sostenibles, estrategias de diseño arquitectónicas y tecnología que ayude a la eficiencia energética.

Dicho tema de investigación ayudara a fortalecer los lineamientos en el ámbito de la rehabilitación energética y la sostenibilidad en la industria de la construcción. De igual manera la implementación de lineamientos para la rehabilitación energética en esta edificación educativa logre servir como una herramienta o guía para la implementación de las soluciones en otros equipamientos del país.

Eficiencia energética: "la eficiencia energética de un edificio se determina en función de la energía anual, calculada o real, que es consumida por el edificio con el fin de cubrir las diferentes necesidades asociadas a un uso típico y debe reflejar las necesidades de energía para calefacción y para refrigeración con el fin de mantener las condiciones de temperatura esperadas para el edificio, y la necesidad de agua caliente sanitaria".(MIETMF,2016)

Iluminación natural: es aquella luz que proviene del sol la cual ingresa a través de aberturas tales como ventanas, claraboyas o puertas, hacia un espacio, es una fuente de luz renovable, y gratuita de alta calidad, la cual ofrece varios beneficios para el bienestar y el rendimiento académico. (Velux, 2020)

Iluminación artificial : es la luz que se llega a producir por fuentes artificiales, tales como lámparas o luminarias entre otros, la cual es empleada para iluminar un espacio debido a que la luz natural es insuficiente o a su vez no se encuentra disponible.(Enel X,2021)

Plugin de análisis de iluminación de Revit : es una herramienta utilizada para el análisis del rendimiento de la iluminación de los edificios. El complemento permite acceder a los usuarios la creación de simulaciones de iluminación que se puedan emplear para la evaluación de la cantidad y la calidad de la luz en un espacio. Dicho complemento de análisis se puede emplear para reducir el consumo de energía identificando oportunidades para la reducción

energética de un sistema de iluminación.(Autodesk. 2023).

BIMBuilding Information Modeling : es un instrumento digital e innovadora el cual se le puede emplear en el desarrollo de proyectos arquitectónicos el cual puede llegar a facilitar la evaluación de desempeño ambiental. Se le puede emplear para la mejorar la eficiencia de los proyectos arquitectónicos el cual ayuda a generar automáticamente modelos a partir de datos de nubes de puntos. (Zeng, Shin, Tao,2023)

Según Holmbergz et al,(2020) menciona que la herramienta de BIM facilita la integración de software como , Autocad , Autodesk Revit , con Excel, dichos software poseen una biblioteca de materiales, los cuales pueden relacionarse al proyecto en base a su geometría. El trabajo conjunto que realiza Autodesk Revit con BIM permite diagnosticar los impactos ambientales en una edificación .

Revit: es una herramienta de la familia Autodesk la cual abarca aspectos como el diseño arquitectónico, otorgando herramientas para el diseño conceptual , como una vasta herramienta digital la cual aporta con el análisis de insight , visualizaciones en 3D, renderización en la nube y modelados arquitectónicos.

Estrategias pasivas: son aquellas que aprovechas aquellos recursos naturales los cuales ayudan a proporcionar un confort lumínico y térmico a los usuarios , sin la necesidad de emplear sistema mecánicas.(Ortiz, Pérez ,2017)

Estrategias activas : son las que emplean sistemas mecánicos para de tal manera proporcionar confort lumínico y térmico a las edificaciones. (Ortiz, Pérez,2017)

Lineamientos: se refiere a una guía que llega a establecer un curso de acciones o marco referencial , el cual es utilizado para definir como se debe llevar a cabo un objetivo planteado, o abordar una problemática. (Biblioteca del Congreso, 2023)

Fundamento teórico

Es fundamental abordar el concepto de rehabilitación energética el cual se refiere al procedimiento de

mejora de la eficiencia energética y a su vez la sostenibilidad ambiental en una edificación a través de diversas tecnologías y medias. (López, García, Muñoz,2013).

Relacionar una edificación con un sistema energético, colabora a comprender la relevancia que se posee en cada uno de sus elementos, espacios y la conexión armónica que debe tener entre ellos. Se menciona que las edificaciones tienen como complejidad, genera, recibir, almacenar y distribuir energía eléctrica y térmica de manera eficaz e inteligente. Para Díaz (2005) un proyectista define el futuro energético de un edificio de por vida. Por lo cual es importante tomar en consideración los datos climáticos de la ubicación de la edificación, comprender las características constructivas, y el desarrollo de actividades que se llevan a cabo, para de este modo poder llegar a un balance energético óptimo.

Exactamente la eficiencia energética abarca de manera inteligente la gestión de recursos, promoviendo un consumo responsable, con mejor planificación. Hoy en día busca crear marcos específicos de normativa.

La Normativa Ecuatoriana de Construcción (NEC) de Eficiencia Energética (EE) con el código NEC-HS-EE, puesto en vigencia partir del año de 2018, la NEC el capítulo 11 y a su vez NTE INEN 2 506:2009 de eficiencia energética del año 2011, con el propósito de promover la eficiencia en el diseño, sostenibilidad y construcciones de edificaciones. Estas tres normas buscan mitigar el consumo de combustible fósil y los recursos no renovables, además de disminuir la emisión de gases de efecto invernadero.

Están vigentes para edificaciones y a su vez nuevas construcciones, de igual manera para la rehabilitación de superficies útiles superior a 1000 m². El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable y el INEN son las instituciones gubernamentales que posee la responsabilidad del control en su ejecución, para lo cual menciona la necesidad que todo proyecto posea una memoria técnica la cual justifique los distintos aspectos considerados y también su grado de cumplimiento correspondiente al marco normativo vigente de igual manera las estrategias adoptadas.

Es necesario considerar los dos tipos de energía que intervienen el funcionamiento de una edificación. La primera es la que posee su origen en la naturaleza, y la energía final es la que proviene de la transformación de la primaria. En Ecuador dicha energía proviene en un 58% de las hidroeléctricas según los datos proporcionados por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER,2015)

Las edificaciones deben optimizar el recurso energético. El parámetro usado a nivel mundial para calificar el desenvolvimiento es la cantidad de emisiones de Dióxido de carbono (CO₂) que genera la edificación hacia la atmósfera. La energía final con mayores emisiones en CO₂ es la eléctrica por tal motivo debe existir un mayor cuidado en los diseños de edificaciones los cuales deben estar fundamentados en la reducción del consumo energético y de su uso. (Szokolay 2004).

Ecuador es un país biodiverso el cual se define por poseer zonas climáticas establecidas, las cuales se encuentran bien marcadas, donde cada una de ellas posee distintas características climáticas, las cuales pueden ser aprovechadas por distintas estrategias.

Para la aplicación de la normativa ecuatoriana se debe tomar en cuenta la identificación de las zonas climáticas de la localidad donde se pretende implantar una edificación, como se puede observar en la (tabla 1)

Tabla 1.

Referencia para zonificación climática

ZONA CLIMÁTICA (Ecuador)	ZONA CLIMÁTICA (ASHRAE 90.1)	NOMBRE	CRITERIO TÉRMICO
1	1A	HÚMEDA MUY CALUROSA	$5000 < CDD10^{\circ}C$
2	2A	HÚMEDA CALUROSA	$3500 < CDD10^{\circ}C \leq 5000$
3	3C	CONTINENTAL LLUVIOSA	$CDD10^{\circ}C \leq 2500$ y $HDD18^{\circ}C \leq 2000$
4	4C	CONTINENTAL TEMPLADO	$2000 < HDD18^{\circ}C \leq 3000$

Nota. Tabla tomada del reglamento técnico ecuatoriano RTE-INEN-O36 Eficiencia energética

De acuerdo a esta clasificación se puede mencionar que la ciudad de Ambato indica un clima "continental templado" el cual pertenece a la zona climática 4

Estado del arte

La rehabilitación energética en los equipamientos educativos es un tema que aborda distintas variables debido a su amplitud en el ámbito tecnológico y científico, por lo cual, al realizar un estudio de documentación o trabajos previos, los cuales ayuden al sustento de la investigación. En el siguiente apartado se expondrán las investigaciones más relevantes bajo los criterios de metodología o técnicas de análisis que poseen similitud a los temas abordado en esta investigación.

Los temas expuestos tendrán relación con la rehabilitación energética en edificaciones, la eficiencia energética, estrategias para optimización de recursos en la construcción, estrategias de diseño enfocado en la sostenibilidad, entre otros.

Por ejemplo la tesis doctoral del Castro Vázquez (2017) con el tema "La rehabilitación energética en la arquitectura escolar hacia el edificio rehabilitado nZEB" menciona que las edificaciones educativas de carácter público y privado son

una herramienta divulgativa capaz de indicar que la rehabilitación energética puede llegar a transformar las construcciones existentes. El objetivo de esta tesis doctoral es otorgar la posibles líneas de rehabilitación energética en los equipamientos educativos de Galicia y a su vez como estos pueden contribuir a la modernización de dichas edificaciones.

A si pues, el objetivo principal de la investigación doctoral es generar estrategias óptimas de rehabilitación energética que permitan aproximar la arquitectura escolar existente a "edificaciones rehabilitadas de consumo nulo

" La metodología de investigación del estudio abarca una metodología mixta puesto que menciona seis apartados puesto que se considera realizar de manera secuencial la descripción y justificación de la investigación , 1 Recogida de datos para la cuestión de la investigación donde se contextualiza el tema de investigación mediante la recogida de datos en el territorio, datos geográficos y demográficos enfocadas en la existencia de equipamiento educativo , 2 análisis del estado de arte ,3 Estudio, análisis y selección de los casos base, 4 inspección técnica de los centros , 5 análisis del estado actual, en el cual se crea un modelado y análisis energético con el programa "Design Builder v4" .

Cuyo motor simulador en Energy Plus , donde nos permite proponer modelados computarizados con los datos obtenidos anteriormente y de esta manera proponer alternativas a las problemáticas existentes y por último el análisis del estado reformado.

Otro estudio que toma relevancia para la investigación es el trabajo de maestría de Soria (2017) de nombre "Evaluación de la eficiencia energética en la envolvente de tres edificios de oficinas , construidos en la ciudad de Quito a partir del año 2011" , posee como objetivo evaluar la eficiencia energética en la envolvente de los edificios de oficina, construidos bajo la fecha vigente de la NEC capítulo 13 y a su vez bajo la Normativa Técnica ecuatoriana INEN 2506:2009 de eficiencia energética y de tal manera evaluar sus sistemas constructivos y materialidad que influye en ella.

Esta investigación abarca una metodología de tipo cuantitativa y comparativa, puesto que los datos obtenidos están bajo la medición in situ, el análisis numérico y las simulaciones digitales.

Y por último sus fuentes son documentación de campo . cabe indicar esta investigación realizó simulaciones dinámicas con el software " Desing Builder" para evaluar el comportamiento de los materiales y envolventes ante la exposición del cambio climático.

Los resultados mencionaron o revelaron que la escasez de masa térmica en los muros y el desbalance energético de ventanas. En esta investigación se puede destacar el marco teórico el cual menciona términos y que llegan a compararse con la Normativa Ecuatoriana de la Construcción.

La tesis doctoral de Moreno (2017) con el nombre de "Rehabilitación energética de edificios residenciales en España y Objetivo europeo 2050" menciona que los principales países europeos tienen como prioridad la reducción del consumo de energía y de igual manera la emisión de gases de efecto invernadero, realizadas por el entorno .

El objetivo de este estudio es apoyar la sostenibilidad en carácter económico , ambiental y social , mediante estrategias que hacen enfoque en la renovación urbana de

tal manera ayuda a las empresas del sector de la construcción a llegar adaptarse a los planes de negocios enfocados a la promoción de proyectos de rehabilitación urbana .

La característica principal de esta investigación es su metodología de coste-óptimo (3-10) a escala territorial el cual consiste en el análisis de datos estadísticos , teniendo en cuenta los datos climáticos del territorio español , de tal manera ofrecer una evaluación que abarca multicriterio, los cuales permitirán comparar distintos escenarios de intervención .

A si mismo dicha metodología propone una evaluación por medio de la herramienta que ayude a la toma de decisiones como es el programa MS Excel , la cual permitirá seleccionar las estrategias de intervención ideales según el caso , de tal manera permitirá comparar los resultados con los objetivos basados en nearly Zero Energy Bulding (nZEB).

Igualmente este trabajo investigativo propone un enfoque sistemático el cual relaciona las distintas escalas de intervención por medio de simulaciones de energía , enfocados en distintos niveles de detalles , iniciando por la representación del stock de la edificaciones existentes por medio de Arquetipo , y el método de extrapolación bottom-up o también llamado Scaled-up , empleando los resultados logrados de las simulaciones energéticas por medio del software de simulación oficial para la certificación de eficiencia energética e edificios existentes (CE3x)(112) . ejecutadas a través de la parametrización de cada Arquetipo

La aplicación de esta metodología ayuda la obtención dos tipos de estudios. El primero a escala de la edificación, de tal manera permite comparar las distintas mejorar, teniendo en cuenta un solo tipo de edificio para dicha zona climática determinada. Posteriormente el segundo estudio, permite comparar los distintos escenarios, obteniendo así una visión más global, tomando en consideración la misma problemática.

Finalmente, los resultados incluyen aspectos de consumo y ahorro energético, económicos, emisiones de gases de efecto invernadero y resultados de estudio de ciclo de vida y costes.

La tesis doctoral de Rieradevall (2014) con el nombre de

"Rehabilitación energética de Edificios. La Piel del Edificio" indica que su objetivo principal de dicho estudio es comprobar la efectividad medioambiental resultante de las mejoras en el envolvente de las edificaciones de viviendas posteriores al surgimiento de normativas de eficiencia energética en España, en cual se hace énfasis en la aplicación de mejoras para los casos de estudio barrio Montbau de Barcelona, enfocados en 4 edificaciones tipológicamente distintos y representativos.

Se propone una análisis de criterios de actuación para la rehabilitación de manera eficaz para las edificaciones, cuantificando de forma medioambiental la representación de energía, emisiones de gases de efecto invernadero y de igual forma el factor económico. Para la investigación se tomó en consideración la cuantificación de resultados por medio del empleo de un material con características específicas de transmisión energética y de igual manera, el análisis de dicho comportamiento de las soluciones construidas utilizadas.

El proceso de investigación se estructura según el esquema de análisis, diagnóstico, estrategias de actuación y finalmente conclusiones en el cual cada fase tendrá un esquema explicativo. Se menciona que para la ejecución de este estudio y para la definición de la demanda, se empleó la utilización del programa TCQ-2000 del ITEC-Institut de Tecnologia i Edificació de Catalunya un software de construcción, que abarca un conjunto de aplicaciones informáticas las cuales dan soporte de las actividades de redacción, planificación de proyecto.

Con dicho programa se defiende los costos económicos, de una edificación, consumo energético de la construcción y sus emisiones de CO₂ que se genera.

En esta investigación se plantea dos soluciones constructivas, tanto para la cubierta como para la fachada, donde propone la adaptación de las edificaciones analizadas -A, EF, Q Y UN114, con los distintos grosores de aislamientos propuestos con materiales con conductividad similares entre ellos. De igual forma se propone, dos tipos de carpinterías, madera y aluminio los cuales podrían completar la regeneración de la epidermis de la edificación.

Este estudio aspira establecer parámetros que faciliten

comprender el comportamiento del edificio interviniendo en su piel, en el consumo energético, las emisiones de CO₂ y el factor económico, enfocados en las soluciones estandarizadas.

El artículo de Julián Arco con el tema "Gestión y rehabilitación energética de edificios existentes: procedimiento experimental de diagnóstico y caracterización energética" indica que uno de los factores principales para la gestión y rehabilitación energética de edificios existentes es implantar un procedimiento práctico y eficaz, a través del control distribuido de la monitorización inteligente, de este modo se trata de automatizar los procesos de funcionamiento.

Entender el estado de las instalaciones y a su vez monitorizar las distintas variables críticas y captar información on-line y off-line del rendimiento de la misma, con el propósito de asegurar las condiciones de confort en un contexto de consumo de energía.

Todo este proceso servirá para la ejecución de un nuevo modelado el cual pueda predecir el consumo energético de las edificaciones. Esta nueva predicción se llevará a cabo bajo dos parámetros: horario, el cual consiste en un modelado derivado de los funcionamientos de transferencias aplicados al edificio y a su vez diario, con un modelado simplificado a partir del antecedente.

El objetivo de la investigación es conseguir un consumo inteligente de energía, de tal manera alcanzar la eficiencia energética en las edificaciones por medio de la implementación progresiva de medios de ahorro energético.

El artículo de Justo García (2013) que habla del tema "Cosas de construcción y consumo de energía en la rehabilitación energética de un edificio de viviendas situadas en Madrid (España)" menciona un estudio teórico que estudia relaciones entre las medias necesarias para la rehabilitación energética de una edificación residencial construidos en Madrid, su coste y a su vez la mejor calificación energética.

El objetivo de esta investigación es efectuar una propuesta la cual ayude encontrar soluciones para facilitar las proyecciones de las tomas de decisiones relacionados con la eficiencia.

cia energética en intervenciones que conllevan rehabilitación.

En esta investigación se aborda 2 medidas constructivas de tipo pasivo es decir actuaciones sobre la envolvente , del mismo modo 13 medidas de tipo activo tales como sistemas energéticos distintos , y a su vez la combinación necesaria entre ellas para de este modo llegar a lograr distintas calificaciones energéticas. De este modo la investigación llega a analizar 26 hipótesis de rehabilitación energética, las cuales arrojan cada una de ellas calificaciones energéticas resultantes, valoradas en costos y rentabilidad y del igual forma los índices de emisiones de gases de efecto invernadero y consumos energéticos .

Menciona que el éxito de la rehabilitación energética de una edificación depende de la selección de las soluciones adoptadas, de igual forma del costo de inversión al ejecutar la obra y principalmente del ahorro energético consumido.

La metodología que aborda la investigación va según , el análisis de edificio/ caso estudio , tomando en consideración sus características constructivas y energéticas; los consumos medios de electricidad, gas y agua ; los datos climáticos que están relacionados con las características bioclimáticas de Olgyay VyP, el cual es la programación oficial para la clasificación energética de viviendas y edificación del sector de España .

La descripción , evaluación y catalogación de medidas para la mejora de la envolvente de la edificación , con la descripción de las estrategias que ayuden a reducir el consumo energético .

El artículo de Vilches, García & Sánchez (2015) de nombre "Rehabilitación de Edificios: Revisión de Modelos y Evaluación del Impacto Ambiental a través del Análisis de Ciclo de Vida " menciona que en la actualidad la rehabilitación de las edificaciones es un recomendación general para la reducción del consumo energético y la emisión de gases de CO₂ , en el cual se puede reutilizar materiales , prolongar la vida útil . Sin embargo, menciona que la propia intervención genera un impacto , de tal manera el cambio de instalaciones más eficientes no es igual a la reducción del consumo .

Este artículo indica modelos, conceptos, y términos los cuales ayudan a la definición de rehabilitación de bajo nivel de impacto.

Propone una clasificación de los impactos de rehabilitación energética , según distintas teorías del efecto rebote. Ejecuta una revisión de metodología de análisis de ciclo de vida relacionadas a la rehabilitación , encontrando diferentes convergencias. Se concluye destacando los puntos comunes y las líneas necesarias de desarrollo abordando de manera holística y global la rehabilitación de edificios y el impacto ambiental como consecuencia.

Otro artículo es el de García (2013), con el nombre de "Energía en Edificaciones" donde se indica que las ciudades de hoy en día funcionan como islas de calores , debido al concreto y pavimentos que la llegan a componer, los cuales contribuyen al calentamiento global y de tal manera incrementar las emisiones de efecto invernadero .

Tomando esto en consideración menciona que las ciudades y en caso particular las edificaciones son el mayor sector que contribuye al calentamiento global o cambio climático gracias a las emisiones de CO₂ que emiten . Por lo tanto se propone plantear edificaciones sustentables , las cuales impliquen en el estudio de la planificación urbana.

Menciona el caso de México, en el cual, el uso de la energía para la climatización de edificaciones esta creciendo continuamente , debido al mal manejo de tecnologías abordadas las cuales poseen consecuencias inmediatas al elevado consumo energético y por consecuente a sus patrones de emisiones.

Para reducir el consumo energético menciona que es necesario introducir la física de las edificaciones en relación con el medio exterior. Indica que las Edificaciones son sistemas termodinámicos, los cuales se encuentran abiertos en situaciones de no equilibrio los cuales son capaces de intercambiar masa/energía por medio de su entorno, el cual siempre se encuentra en situaciones dinámicas .

El artículo de Fernández ; Saavedra; Naya ; Beceiro & García con el tema "Estimaciones del impacto de acciones en la rehabilitación de la eficiencia energética en la

edificación residencial "(2014), menciona que la predicción del ahorro del consumo energético y la calidad del aire en el interior resultante, posteriormente en la aplicación de medias de rehabilitación de la eficiencia energética es de prioridad, puesto que depende para la inversión tecnológica correcta y su optimización de recursos disponibles.

En esta investigación se propone una metodología, fundamentada en la toma de datos reales, para de esta manera estimar de forma rápida y eficaz la eficiencia energética, atendiendo las distintas variables como la costumbre social de los usuarios, la normativa vigente y hasta la tipologías de construcción. Se comienza a evaluar de manera exitosa el efecto de las distintas reformas efectuadas para la rehabilitación de la eficiencia energética.

A su vez el artículo de Colín, y Guzmán (2021) del tema "Simulaciones Energéticas: Herramientas Diagnóstico-Pronóstico para la Evaluación de Edificaciones" tiene objetivo determinar los distintos aspectos más relevantes de las simulaciones energéticas, en las edificaciones que han orientado como uno de las variables de pronóstico y diagnóstico para el diseño y construcción de edificios sustentables a nivel global.

Por una parte se ejecuta revisiones de ciertos aspectos disponibles de software computacionales y otras herramientas de que ayudan a las simulaciones energéticas de mayor uso en la actualidad, sin descartar unos aspectos y condiciones importantes para su ejecución, y sus limitaciones.

Por otro lado se analiza los criterios para su utilización, tomando en consideración las oportunidades que brindan las simulaciones energéticas para su utilización con la generación de estrategias en el diseño de eficiencia energética en edificaciones de tal manera contribuye en el ahorro del consumo energético y mitiga los impactos negativos del cambio climático. En las últimas décadas se ha desarrollado diversos sistemas computacionales, que aprovechan el procesamiento matemático y representación gráfica.

Tabla 2.

Estado de Arte- Tabla resumen

Tipo	Autor	Año	Tema	Aporte
Tesis doctoral	Castro Vázquez	(2017)	La rehabilitación energética en la arquitectura escolar hacia el edificio rehabilitado nZEB	Dicha investigación menciona estrategias óptimas para la rehabilitación energética que permitan aproximarse a la arquitectura escolar existente a "Edificaciones rehabilitadas de consumo nulo" con enfoque a una metodología mixta
Maestría	Luis Soria	(2017)	Evaluación de la eficiencia energética en la envolvente de tres edificios de oficinas, construidos en la ciudad de Quito a partir del año 2011	La investigación abarca una metodología de tipo cuantitativa y comparativa, puesto que los datos obtenidos están bajo la medición en sitio, el análisis numérico y las simulaciones digitales.
Tesis doctoral	Moreno	(2017)	Rehabilitación energética de edificios residenciales en España y Objetivo europeo 2050	Propone un enfoque sistemático el cual relaciona las distintas escalas de intervención por medio de simulaciones de energía, enfocados en distintos niveles de detalles en 3D
Tesis doctoral	Rieradevall	(2014)	Rehabilitación energética de Edificios. La Piel del Edificio	Establece parámetros que permiten comprender en comportamiento del edificio en el consumo energético, y el factor económico, enfocado en las soluciones estandarizadas
Artículo	Julián Arco	(2013)	Gestión y rehabilitación energética de edificios existentes: procedimiento experimental de diagnosis y caracterización energética	Indica que uno de los factores principales para la gestión y rehabilitación energética de edificios existentes es implantar un procedimiento práctico y eficaz, a través del control distribuido de la monitorización inteligente, de este modo se trata de automatizar los procesos de funcionamiento
Artículo	Justo García	(2013)	Cosos de construcción y consumo de energía en la rehabilitación energética de un edificio de viviendas situadas en Madrid (España)	Efectúa una propuesta la cual ayude encontrar soluciones para facilitar las proyecciones de las tomas de decisiones relacionados con la eficiencia energética en intervenciones que conlleven rehabilitación

Artículo	Justo García	(2013)	Cosos de construcción y consumo de energía en la rehabilitación energética de un edificio de viviendas situadas en Madrid (España)	Efectúa una propuesta la cual ayude encontrar soluciones para facilitar las proyecciones de las tomas de decisiones relacionados con la eficiencia energética en intervenciones que conllevan rehabilitación
Artículo	Vilches, García & Sánchez	(2015)	Rehabilitación de Edificios: Revisión de Modelos y Evaluación del Impacto Ambiental a través del Análisis de Ciclo de Vida	Ejecuta una revisión de metodología de análisis de ciclo de vida relacionadas a la rehabilitación , encontrando diferentes convergencias
Artículo	García	(2013)	Energía en Edificaciones	La investigación menciona que para reducir el consumo energético menciona que es necesario introducir la física de las edificaciones en relación con el medio exterior
Artículo	Fernández; Saavedra; Naya; Beceiro & García	(2014)	Estimaciones del impacto de acciones en la rehabilitación de la eficiencia energética en la edificación residencial	Propone una metodología , fundamentada en la toma de datos reales , para de esta manera estimar de forma rápida y eficaz la eficiencia energética , atendiendo las distintas variables como la costumbre social delos usuarios , la normativa vigente y hasta la tipologías de construcción
Artículo	Colín, y Guzmán	(2021)	Simulaciones Energéticas: Herramientas Diagnostico-Pronostico para la Evaluación de Edificaciones	Considera las oportunidades que brindan las simulaciones energéticas para su utilización con la generación de estrategias en el diseño de eficiencia energética en edificaciones

Nota. Tabla elaborada con los aportes de los artículos y tesis relacionadas al tema de investigación-Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).



CAPÍTULO 3

CAPÍTULO 3

Metodología de la investigación

Diseño metodológico

El desarrollo de la investigación con el nombre "Lineamiento para la rehabilitación energética del Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica " forma parte de la línea de investigación 2 Diseño, Técnica y Sostenibilidad (DITES), con la sub línea de Estrategias de diseño para la mitigación del cambio climático y regeneración sostenible del hábitat humano y Estructuras, sistemas y tecnologías de la construcción. Innovación optimización de materiales y de procesos.

Puesto que se centra en la mejora de la eficiencia energética del edificio universitario. Esta investigación se centrará en evaluar y ejecutar el consumo energético con enfoque en la iluminación artificial y a su vez generar estrategias que ayuden a promover la sostenibilidad en diseño de los equipamientos educativos. El desarrollo de

esta investigación se basa en la optimización del consumo energético y la reducción de la dependencia de la iluminación artificial de tal manera la reducción de gases de efecto invernadero, mitigando así el impacto ambiental.

La obtención de información se da por medio de mediciones herramientas de software de 2D y 3D para la representación arquitectónica, y además de visitas de campo con observación directa. Con el fin de obtener información que permita entender el contexto, y de tal manera dar las soluciones correspondientes a las necesidades presentes.

Enfoque de la investigación

La investigación es de carácter mixto este enfoque es un proceso que combina la investigación cualitativa y cuantitativa, el cual tiene como objetivo comprender de manera más completa el problema estudiado (Creswell, 2014).

Para el desarrollo de la investigación, se plantea un enfoque mixto, puesto que se puede combinar los datos cuantitativos, numéricos y estadísticos, con los datos cuantitativos

los datos no numéricos, tales como documentos, entrevista y observaciones, obteniendo una comprensión más precisa del fenómeno, a su vez también generar hipótesis precisas, y comprender las limitaciones de los datos cuantitativo y cualitativos.

El primer objetivo específico a desarrollarse en la investigación se centrará en estudios bibliográficos, análisis documental de temas relevantes para la investigación, de igual manera se analizará documentos sobre el edificio universitario, tales como planos arquitectónicos, planimetrías, cualquier dato que ayude a proporcionar información sobre la eficiencia energética.

También se llevará una observación directa en las instalaciones de la edificación universitaria, considerando aspectos como la materialidad, el consumo de energía, la distribución de los espacios, información que ayuda a identificar los posibles desafíos y áreas que se podrían mejorar. Igualmente se ejecutará entrevistas a profesionales en el tema de la eficiencia energética, los cuales ayudarán con la aportación de conocimientos fundamentales que ayuden a sustentar la investigación.

Respecto al segundo y tercer objetivo específico, se utilizará un enfoque cuantitativo, puesto que se recopilará información a través del análisis documental y en relación a estos datos se ejecutará simulaciones, empleando modelos 3D energético. De tal manera dichos datos documentales y simulaciones arrojarán datos numéricos precisos, los cuales deberán ser procesados y analizados para la comparación de las variables, relacionados al consumo energético y la eficiencia energética.

Esta investigación conlleva el uso del enfoque cualitativo y cuantitativo puesto que se debe asegurar un análisis comprensivo de los aspectos técnicos y fundamentales, relacionados con el consumo energético de la edificación universitaria, fortaleciendo la investigación para generar lineamientos o estrategias las cuales ayuden a la rehabilitación energética de la edificación.

Niveles de investigación

Para (Korpela, Mursu, Soriya, 2000) menciona que los niveles de investigación deben ser analizados de forma indivi-

dual, grupal, actividad, organización y social, donde cada punto posee casos únicos.

Exploratorio

El nivel de investigación es empleado para la obtención y comprensión de la problemática de la investigación. Para (Sampieri, Collado & Lucio, 2015) la investigación exploratoria posee tres objetivos los cuales son identificar la problemática, generar hipótesis o preguntas de la investigación y por último desarrollar la recolección de datos por medio de instrumentos de medición.

En la investigación se empleará la revisión de la literatura, la observación, entrevistas y a su vez grupos focales, los cuales ayuden a identificar las causas del elevado consumo de energía y posteriormente generar hipótesis que solvente la misma.

Descriptivo

El nivel de investigación descriptivo se le emplea para describir las características de un fenómeno, se lo puede emplear cuando el tema de investigación ya es conocido y se lo necesita para crear una elaboración de una descripción detallada. Según (Sampieri, Collado & Lucio, 2015) la investigación descriptiva abarca métodos como las encuestas, estudios de casos y hasta el análisis de datos secundarios, de tal manera proporciona una base de investigación posterior el cual puede ser más explicativo.

A través del análisis documental sobre la investigación se ejecutarán simulaciones con los datos, arrojando hipótesis que ayuden a relacionar las variables y describan las causas y efectos de la problemática sobre el consumo elevado de energía en la edificación universitaria.

Explicativo

El nivel de investigación explicativo se centra en buscar relaciones entre las variables que se estudian. Este nivel requiere de un mayor rigor metodológico. Para (Hernández, Fernández & Baptista, 2014) la investigación explicativa tiene como objetivo identificar las causas o a su vez los factores que genera el fenómeno. Explicar porque se produce la variable o fenómeno.

En este caso la investigación se centra en conocer los distintos factores que afecta el consumo elevado de energía en

la edificación de tal manera generar explicaciones de como dichas variables influye en los resultados energéticos.

Mediante el análisis de simulaciones de distintos escenarios energéticos, se podrán comprender las causas y efectos entre los lineamiento propuestos para la rehabilitación energética. Esto ayuda a obtener resultados precisos sobre las causas del consumo energético, y a su vez generar el escenario que ayude a la reducción del consumo energético.

De tal manera a esta investigación explicara y comprenderá las causas y factores que influyen en el consumo de energía en la edificación educativa, buscando relacionar los fenómenos y procesos relacionados.

Tipo de Investigación

Según (Hernández, Fernández & Baptista,2014) el tipo de investigación hace referencia a la naturaleza del fenómeno analizado y a su vez los objetivos que se desea alcanzar.

La investigación en función de su propósito abarca un estudio bibliográfico, donde se analiza de manera teórica términos y conclusiones de forma teórica y conceptual. Los cuales ayuden a sustentar la información obtenida y ayuden al objetivo principal de la investigación.

En su nivel de profundidad la explicativa forma parte esencial de la investigación, puesto que, busca establecer relaciones entre las variables, comprendiendo así las causas del problema de la tal manera desarrolla soluciones efectivas.

Al igual por la su naturaleza de datos obtenidos y la de la información es cualitativa debido a que se realiza un análisis de documentación, entrevistas semiestructuradas, y de observación directa como métodos principales, comprendiendo así los factores y causas principales.

La modalidad de obtención de datos es de documental la cual menciona que es proceso de recopilación de información que se realiza mediante documentos de diversas índoles. Para . (Hernández, Fernández & Baptista,2014). Los datos documentales se pueden obtener buscando documentación que es relevante para la investigación, a su vez la lectura de investigación la cual ayuda a obtener información sobre el fenómeno que se estudia y por ultimo analizar

la documentación obtenida a través de la identificación de tendencias, patrones y relaciones

A su vez se emplea la investigación de campo la cual ayudara a comprender la realidad de la instalaciones de la edificación universitaria, se vuelve de índole prioritario el determinar de forma directa las causas del elevado consumo energético, la obtención de datos permitirá generar una documentación importante que sustente las decisiones a tomarse, de tal manera generar estrategias y lineamientos que ayuden a la rehabilitación energética.

Técnica de recopilación de datos

Para la ejecución del proyecto se plante ocupar tres técnicas de recopilación de datos los cuales ayuden a la sustentación y toma de decisiones de la investigación

Análisis documental

Esta técnica permitirá interpretar diversos documentos para la obtención de información relevante sobre la rehabilitación energética, la sostenibilidad y el consumo energético, ayudando así a las toma de decisiones y el análisis de las distintas variables, a través de la identificación tendencias y relaciones de factores comunes y relacionando los hallazgos con la literatura actual y los objetivos de la investigación.

Observación directa

Esta técnica consiste en observar y registra de manera sistemática los distintos patrones de comportamiento del fenómeno a analizar (Hernández, Fernández & Baptista,2014).

En la observación directa el observador participa de forma directa con los participantes, de tal manera esto permitirá al observador obtener una comprensión profunda de la problemática existente en la investigación, por cual se debe planificar la observación, determinando el objetivo principal, identificando patrones y tendencias de la problemática.

De este modo se puede tener una valoración inicial sobre las condiciones preliminares de la edificación universitaria Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica por medio

de fichas de observación tales como el consumo energético, materialidad, elementos constructivos entre otros. Permitiendo información contextualizada y detallada

• **Entrevista**

Para (Sampieri, Collado & Lucio, 2015) la entrevista es una técnica de recolección de datos que se basa a una conversación entre el investigador y el informante. Donde el investigador ejecuta preguntas al informante para de esta manera lograra obtener información sobre el tema o a su vez la problemática de la investigación.

En el desarrollo de la investigación ayudara a la obtención de datos relevantes y contextualización del estudio, permitirá conocer las opiniones, percepciones y hasta los conocimientos de expertos en el tema, de tal manera obtener una visión amplia de la problemática y del tema de investigación, con la formulación de preguntas estructuradas y semiestructuradas, contextualizando los detalles de información obtenidos. Comprendiendo la perspectiva de los informantes.

En la ejecución de la investigación se presentarán las siguientes preguntas con el objetivo de obtener información relevante que ayude en el estudio.

Preguntas por realizarse a expertos en tema de estudio

1.- ¿Como se aplica esta nueva concepción en las edificaciones?

2.- ¿Cuál es su experiencia en la certificación de eficiencia energética en edificaciones?

3.- ¿Cuáles son los beneficios de obtener una certificación de eficiencia energética para un edificio?

4.- ¿Cuáles son las tendencias actuales en eficiencia energética en edificaciones?

5.- ¿Cuáles son los principales objetivos de la rehabilitación energética en edificaciones?

6.- ¿Cómo afecta la elección de materiales de construcción a la eficiencia energética en proyectos de rehabilitación?

7.- ¿Cuáles son los desafíos más comunes que enfrentan los arquitectos en proyectos de rehabilitación energética?

Preguntas por realizarse a expertos en tema de estudio con la contextualización de la edificación

1.- ¿Cuál fue el estado inicial de la edificación antes de la rehabilitación?

2.- ¿Cuáles fueron los objetivos específicos de la rehabilitación?

3.- ¿Qué consideraciones de diseño se tuvieron en cuenta en el proceso de rehabilitación?

4.- ¿Se llevaron a cabo mejoras en la eficiencia energética durante la rehabilitación?

5.- ¿Se mantuvieron elementos originales del edificio o se realizaron modificaciones significativas?

6.- ¿Qué desafíos se presentaron durante el proceso de rehabilitación y cómo se resolvieron?

7.- ¿Qué técnicas o materiales específicos se utilizaron en la rehabilitación?

8.- ¿Cuál es el impacto de la rehabilitación en el edificio y su entorno?

Procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos es importante tomar en cuenta la técnicas que ayuden a sintetizar de manera rápida y completa la información obtenida. Por lo cual se comprenderá de mejor manera la problemática investigada. Ver (tabla 2)

• **Matiz de doble entrada**

Esta técnica es una herramienta de organización y análisis de datos que ayuda a sintetizar la información obtenida por medio de cuadros comparativos, el cual posee dos ejes uno vertical y otro horizontal. La cual facilita visualizar y comprender la información obtenida de forma concisa. (Pérez, 2023, p. 10)

• **Ficha de observación**

Este procesamiento ayudara con la información estructurada la cual posee datos que están organizados en una estructura predefinida con una tabla o a su vez una matriz como se puede observar en la (figura 2) y (figura 3). Es adecuado aplicar este tipo de procesamiento puesto que se le emplea en datos que son fáciles de organizar y analizar. (García, 2022)

Mapas conceptuales

Este procesamiento de herramienta visual ayuda a sintetizar la información y organizarla, de tal manera facilita la comprensión de la información y la identificación de variables relacionados, visualizando información de forma concisa comunicando los resultados de la investigación de formar clara. (García, 2022)

Diagrama de barras

Para sintetizar la información este proceso es clave puesto que ayuda a representar datos categóricos de forma eficaz. De igual manera se los emplea en la comparación de datos de distintos grupos. Mostrando así las tendencias de los mismos a lo largo del tiempo o hasta en distintas condiciones. (American Psychological Association 2020)

Población

La población es un conjunto de individuos sobre los cuales se desea obtener información relevante que ayude a la investigación. (Sampieri, Collado y Lucio, 2015)

La investigación abarca una población por conveniencia la cual permitirá investigar población en la cual los individuos son seleccionados únicamente por su proximidad o disponibilidad al investigador. En la investigación la selección de la población se ejecutó por discernimiento tomando en cuenta el consumo de los recursos utilizables, de tal manera recolectar la información imprescindible para la investigación.

Muestra

La muestra es un subconjunto de la población el cual es empleado para la representación de la población completa. Esta llega a determinar la validez de los resultado, debe ser representativa de la población, es decir debe poseer las mismas características de la población.

Para la investigación se empleara el muestreo intencional, el cual el investigador selecciona a los miembros de la población fundamentándose en el subjetivo de su juicio. La muestra se enfocara y se relacionara con el objetivo de la investigación que se adecue y facilite el cumplimiento del mismo. (American Psychological Association 2020)

Tabla 4

Ficha de observación del soporte energético - horas críticas

FICHAS DE OBSERVACIÓN DEL SOPORTE ENERGÉTICO DEL EDIFICIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA		
PLANTA BAJA NIVEL (NPT) -0,83		
ZONAS		
ÁREA COMÚN /	HORAS DE GASTO ENÉRGICO	INTERPRETACIÓN
8:00 a. m.	12 p.m	16 p.m
ÁREA ADMINISTRATIVA 2 / HORAS DE CONSUMO ENÉRGICO		
8:00 a. m.	12 p.m	16 p.m
ÁREA ADMINISTRATIVA 3 / HORAS DE CONSUMO ENÉRGICO		
8:00 a. m.	12 p.m	16 p.m
ÁREA DE SERVICIO 1 / HORAS DE CONSUMO ENÉRGICO		
8:00 a. m.	12 p.m	16 p.m

Nota. Ficha de observación - Horas críticas -Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Tabla 5.
Técnica para la recolección de y procesamiento de datos

	OBJETIVO 1	OBJETIVO 2	OBJETIVO 3
	Documentar las teorías y normativas vigentes existentes en materia de la eficiencia energética, asociadas a la disminución del consumo de energía por medio de consultas bibliográficas y casos de estudios	Diagnosticar el estado actual de la edificación en base a criterios de consumo energético, enfocada en la iluminación artificial, mediante la utilización de fichas de observación y a su vez contextualizar la edificación a través de entrevistas.	Proponer estrategias de mejora para la eficiencia energética, aplicables a la edificación educativa, para disminuir el consumo energético, enfocada en la iluminación artificial a través del análisis lumínico en un software especializado
Técnicas para la recolección de datos	-Análisis documental -Observación Directa	-Análisis documental -Observación directa -Entrevistas	-Análisis documental -Observación Directa
Instrumento	-Narrativas Visuales -Fichas de Observación	-Fichas de Observación -Guía de entrevista	-Herramientas de Software en 2D y 3D para representación arquitectónica -Software para análisis de eficiencia energética
Procesamiento	-Matriz de doble entrada -Citas textuales	-Matrices comparativas -Matriz de contenidos	-Ficha de observación

Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).



CAPÍTULO 4

CAPÍTULO 4

Desarrollo del Objetivo Especifico 1

Para el alcance del objetivo específico que es documentar las teorías y normativas vigentes existentes en materia de la eficiencia energética, asociadas a la disminución del consumo de energía por medio de consultas bibliográficas y casos de estudios, se representa por medio de mapas conceptuales de manera resumen, donde se puede comprender de mejor manera la problemática y la contextualización de los hallazgos.

Esto permitirá organizar los conceptos claves y de igual manera establecer relación entre ellos, lo que facilitara la interpretación de los resultados y la realización de las conclusiones.

A continuación se presenta las normativas y teorías analizadas para realizar el alcance del objetivo 1

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

NTE INEN 2 506:2009

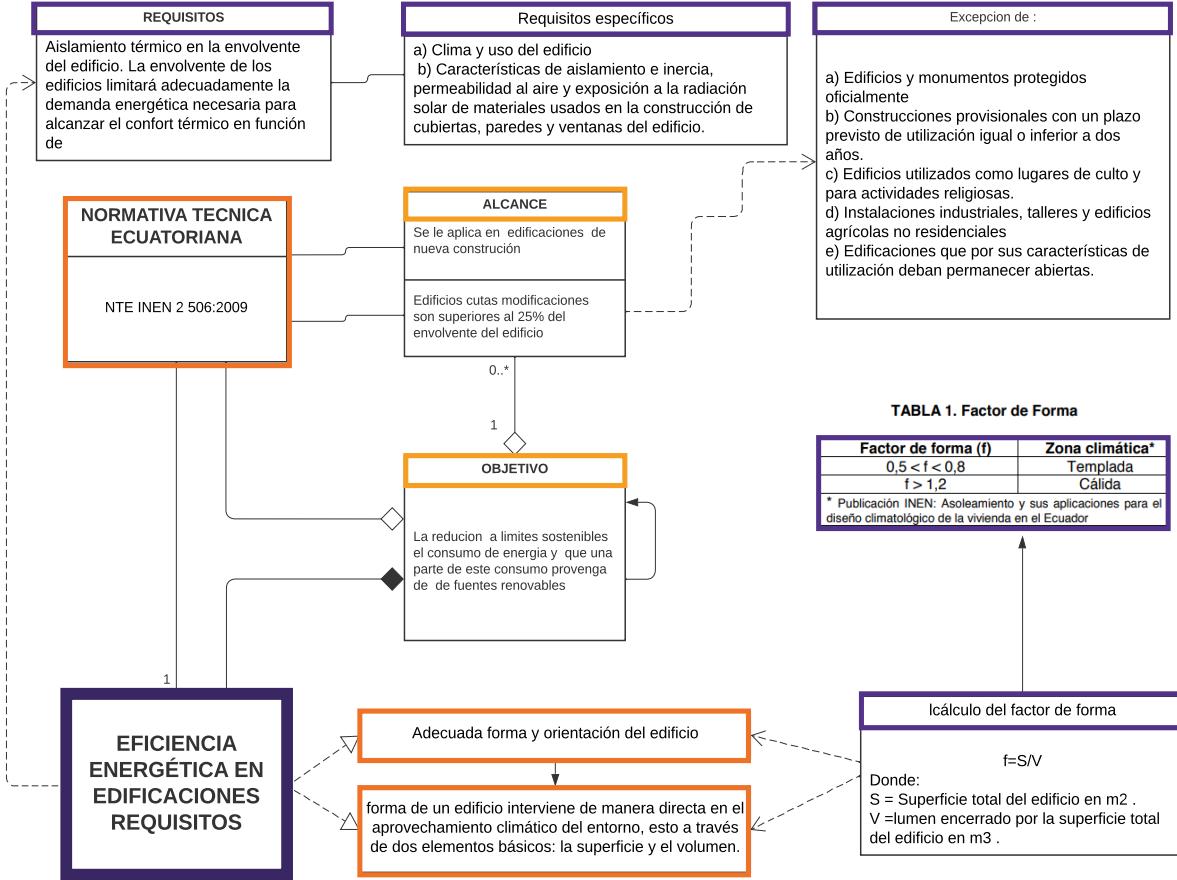
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES. REQUISITOS.

ILUMINACIÓN EN EL PUESTO DE TRABAJO

NTP 211: LUMINACIÓN DE LOS CENTROS DE TRABAJO

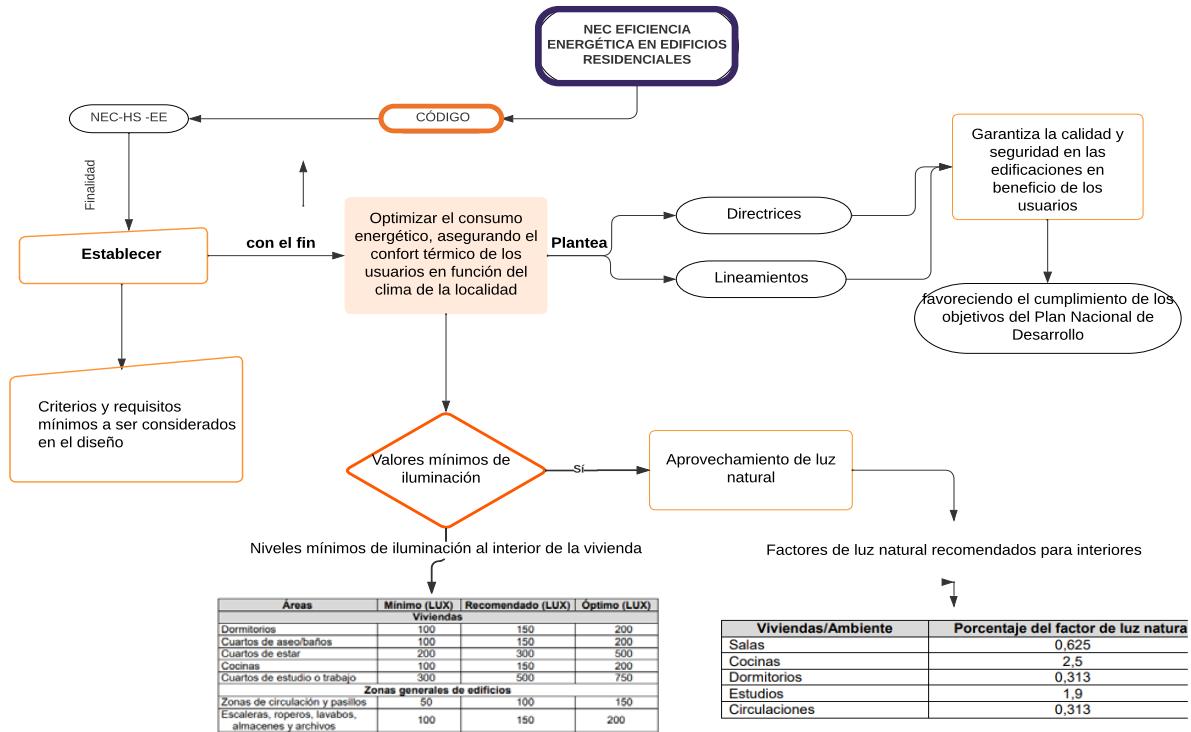
Figura 4

Mapa concepto -Eficiencia Energética en Edificaciones Requisitos



Nota. Mapa conceptual de eficiencia energética en edificaciones requisitos _Normativa Técnica Ecuatoriana-Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

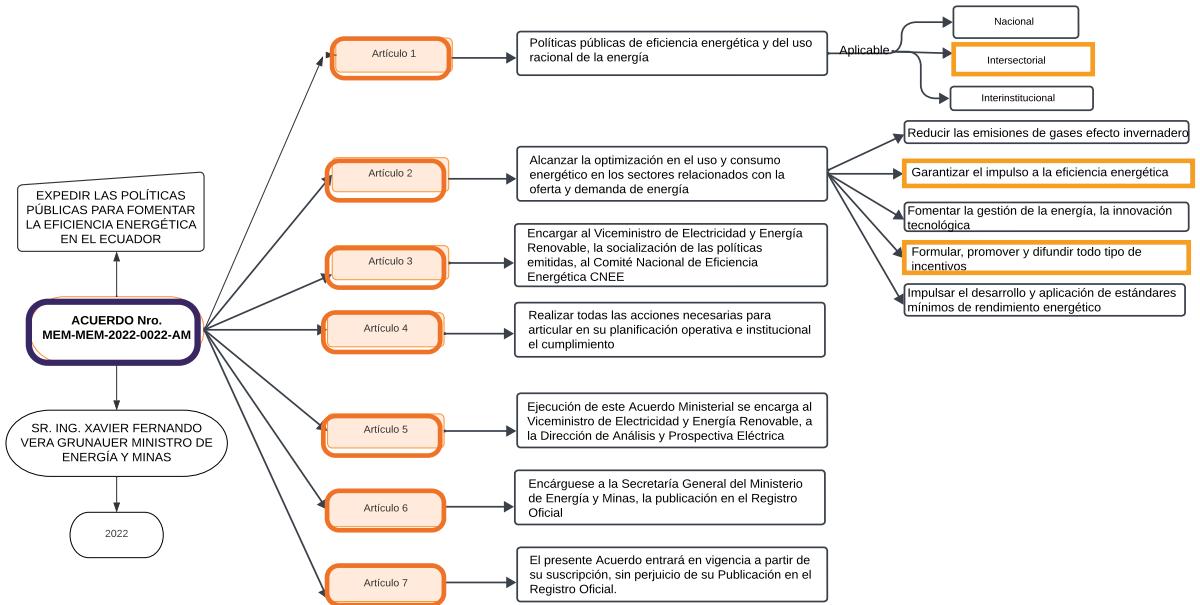
Figura 5
 Mapa conceptual- Normativa Ecuatoriana de Construcción
 Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales



Nota. NEC eficiencia energética en edificaciones residenciales _Normativa Ecuatoriana de la Construcción - Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Figura 6

Mapa conceptual- Acuerdo No. MEM-MEM-2022-OO22-AM



Nota. Acuerdo No. MEM-MEM-2022-OO22-AM, emitido por el Ministerio de Energía y Minas, con el que se expedieron las Políticas públicas para fomentar la eficiencia energética en el Ecuador.-Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Figura 7
Mapa conceptual- Iluminación de los centros de trabajo

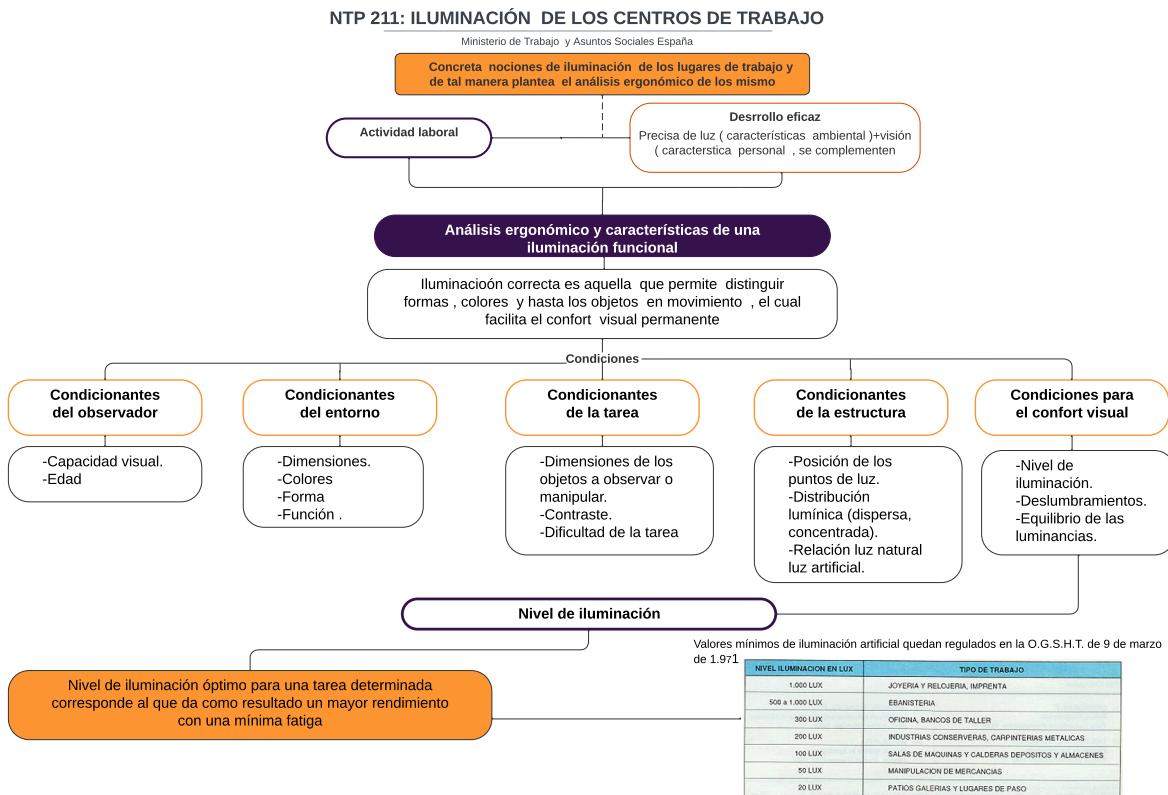
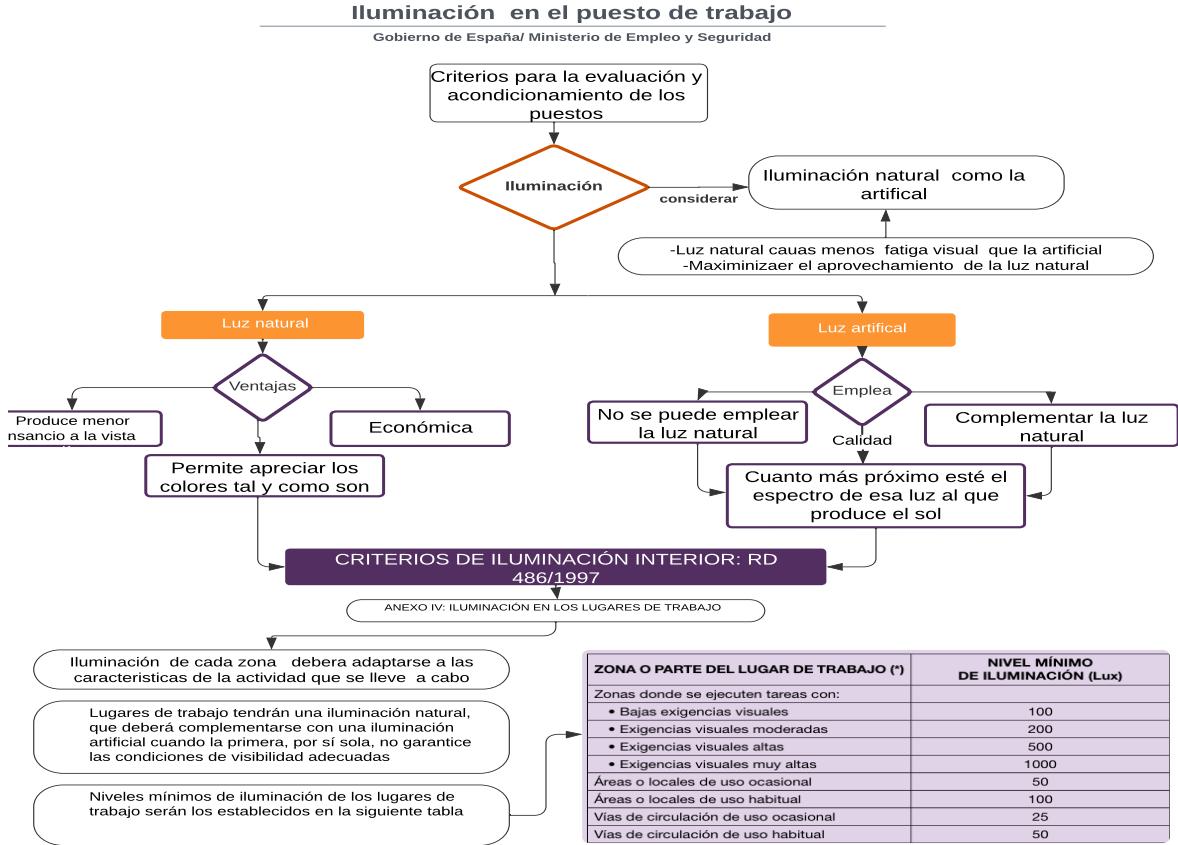


Tabla : Valores mínimos de iluminación para España (Art. 28 de la O.G.S.H.T.)

Nota. Iluminación de los centros de trabajo- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España-Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

figura 8

Mapa conceptual -Iluminación en el puesto de trabajo



Nota. Iluminación en puesto de trabajo- Gobierno de España/ Ministerio de Empleo y Seguridad-Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Desarrollo del Objetivo Especifico 2

Para el alcance del objetivo específico 2 que es el diagnosticar el estado actual de la edificación en base a criterios de consumo energético, enfocada en la iluminación artificial, mediante la utilización de fichas de observación y a su vez contextualizar la edificación a través de entrevistas de profesionales.

Se realizó una contextualización de la edificación llevada a cabo por medio de entrevistas con el arquitecto responsable Nicolás Lara (Ver anexo 1), quien ejecuto el proyecto de la edificación Simón Bolívar de la universidad y a la arquitecta Patricia Jara (Ver anexo 2), la cual ayudo en el proyecto.

De tal modo se llega entender la edificación desde el punto constructivos y se menciona la intención de la edificación, lo enriquece la calidad de los datos, llegando a proporcionar una comprensión profunda de la edificación tanto en su entorno como las necesidades y desafíos que se presen-

taron, lo cual ayuda a identificar las consideraciones que se realizaron. De igual manera se realiza una entrevista a un profesional del tema de investigación el arquitecto Patricio Cuadrado (Ver anexo 3), el cual ayude con datos relevantes y a entender de mejor manera la problemática planteada.

Además para dicho análisis se acota la zona de estudio en la planta baja, (Ver anexo 4), planta alta 3 (Ver anexo 5) y planta alta 4, (Ver anexo 6), zonas que están compuestas de áreas comunes, administrativas, aulas y servicios, de tal manera al delimitar las zonas de estudio centra la atención en aspectos específicos, permitiendo de manera eficiente la utilización de los recursos disponibles. Al analizar las áreas específica, es decir las plantas mencionadas de la edificación universitaria se puede maximizar la profundidad de la investigación, comprendiendo mejor los factores específicos y facilitando la ejecución del estudio.

Tabla 6.
Tabla resumen de entrevistas

Tabla resumen de entrevistas	
Profesional	Entrevista 1
	<p>Conclusiones</p> <p>Director creativo de la Universidad Tecnológica Indoamérica, el a entrevista ejecutada menciona las primeras intenciones de la rehabilitación en la edificación, las cuales era modificar la edificación para tener un espacio agradable, para los estudiantes y profesores, con la generación de espacio libres, la intención inicial es crear un espacio verde entre la ciudad con un patio central el cual otorgue ventilación y armonía hacia los espacios, los cuales ayuden a los niveles de educación. Indico que la fachada posee elementos verticales como quebra soles los cuales ayuden al control de la luz natural, dichos elementos arquitectónicos van de acuerdo al perfil urbano lo cual hace que la edificación se adapte al entorno urbano</p> <p>Aporte</p> <p>En la entrevista indicó que la edificación cuenta con sistema de iluminación artificial tipo LED, que cuenta con sistema de energía renovable puesto que posee 162 paneles solares</p>

Arq. Nicolás Lara

Profesional

Arq. Patricia Jara

Profesional

Entrevista 2**Conclusiones**

Directora académica modalidad presencial y semi presencial de la Universidad Tecnológica Indoamérica. Manifestó que la edificación trata de crear un punto verde en la ciudad, el diseño se transforma a reconstrucción y rehabilitación puesto que se trata de mejorar las condiciones de las aulas. Se empieza con la intención inicial de optimizar espacios administrativos y de los docentes. Los desafíos encontrados en la edificación fueron de permiso en la construcción, mayormente.

Aporte

En la entrevista indicó que la estructura de la edificación se mantuvo a la antigua, de tal manera el entrepiso es de 3 metros, el número de aulas se menora a 15, y se trata de crear espacios confortables para los alumnos y docentes

Entrevista 3**Conclusiones**

Docente titular de Taller de Proyectos arquitectónicos de la Universidad Técnica Particular de Loja, experto en el tema de arquitectura sostenible indica que la arquitectura es la lectura e interpretación de los recursos locales, a su vez menciona que la arquitectura sostenible va de la mano con la rehabilitación energética. Para pensar en la rehabilitación energética se debe considerar los factores como el sentido común, observación, practica y criterio. Menciona que para dar inicio a un proyecto se debe tener conciencia del lugar y antes de implantar alguna tecnología sostenible primero se debe aprovechar todos los recurso naturales.

Aporte

La sostenibilidad debe ser económicamente sostenible y rentable. La implementación de tecnología sostenible debe tomar en cuenta todos los aspectos locales. Para la ejecución de una rehabilitación energética en una edificación se debe considerar primer punto la auditoria, conocer el lugar, las horas de mayor consumo, entre otras, tomando en consideración que cada proyecto puede obtener un enfoque específico según las características y necesidades particularidades de la edificación y sus usuarios.

Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

El estudio menciona que la edificación cuenta con un número de paneles solares los cuales aportan a la edificación con energía 131147 kWh anual.

Los paneles solares cuenta con las siguientes especificaciones ver (tabla 4)

Tabla 7

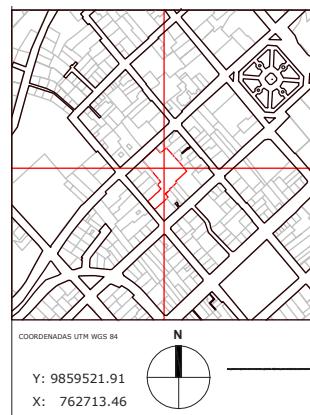
Panles Solares de la Universidad Indoamérica

Paneles Solares	
Número de Paneles	162
Tipo de Panel	58OW Jinko Solar
Número de inversión	2
Tipo de inversión	Kaco 29 W(Aleman)
Sistema solar	56K Wh
Generación solar anual	131 147 kWh

Nota. Tabla de las especificaciones de los planes solares del edificio Simón Bolívar -Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Posteriormente se ejecuta el análisis directo en la zona (Ver figura 9) de estudio el cual ayudara a realización de las fichas de observación donde se recopilaran datos relevantes para la investigación los cuales se sistematizaran y organizaran , lo cual establecerá criterios claros para el observador . a través de la interpretación de datos obtenidos

figura 9
Ubicación

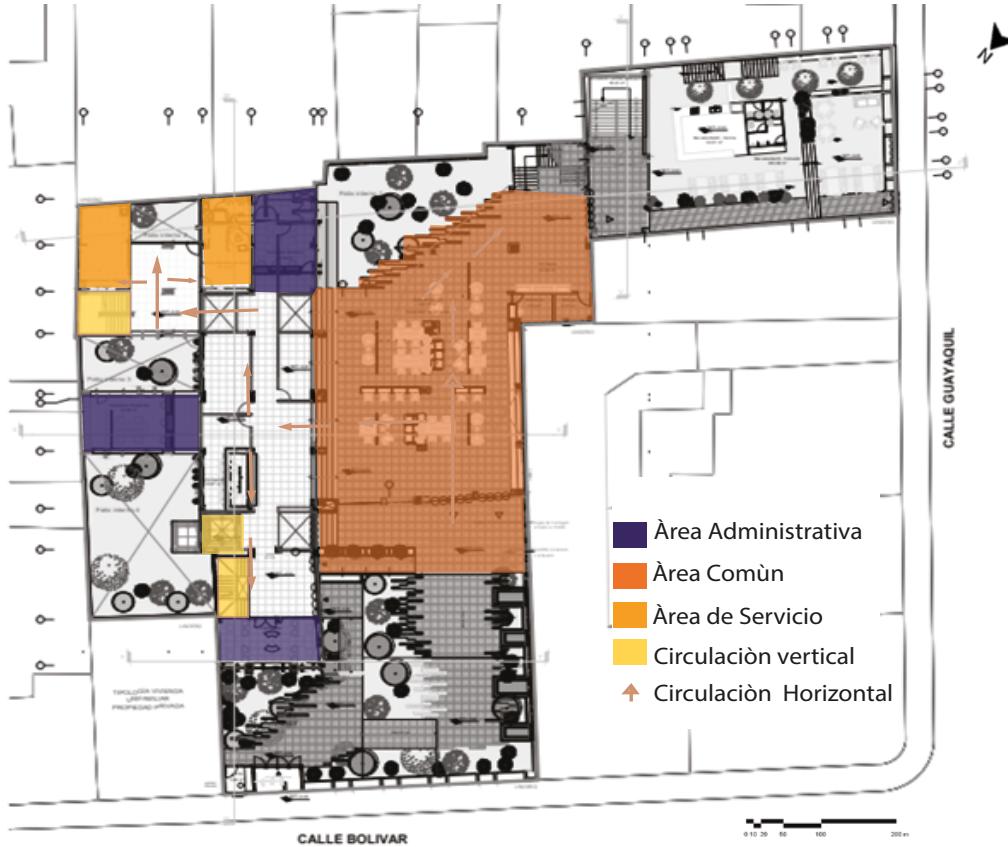


Nota. Ubicacion del Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamerica

Para dar inicio se realiza la recopilación de la información de las plantas arquitectónicas , planta baja (Ver figura 10) ,planta alta 3 (Ver figura 11) , planta alta 4, (Ver figura 12) las cuales se realiza una zonificación donde se identifican las distintas zonas y actividades que se realizan en las mismas , de igual forma se presenta un corte transversal (Ver figura 13) de la edificación para visualizar las plantas analizadas y poseer una mejor comprensión de las mismas.

Una vez identificados las zonas se procede a realizar las fichas de observación del sistema de soporte energético de la edificación

Figura 10.
Planta baja del edificio de la Universidad



Nota. Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica planta baja-zonificación -Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Figura 11.
Planta Alta 3 del edificio de la Universidad



Nota. Edificio Sim3n Bol3var de la Universidad Indoam3rica planta alta 3 -zonificaci3n -Elaborado por: J3ssica Escobar (2024).

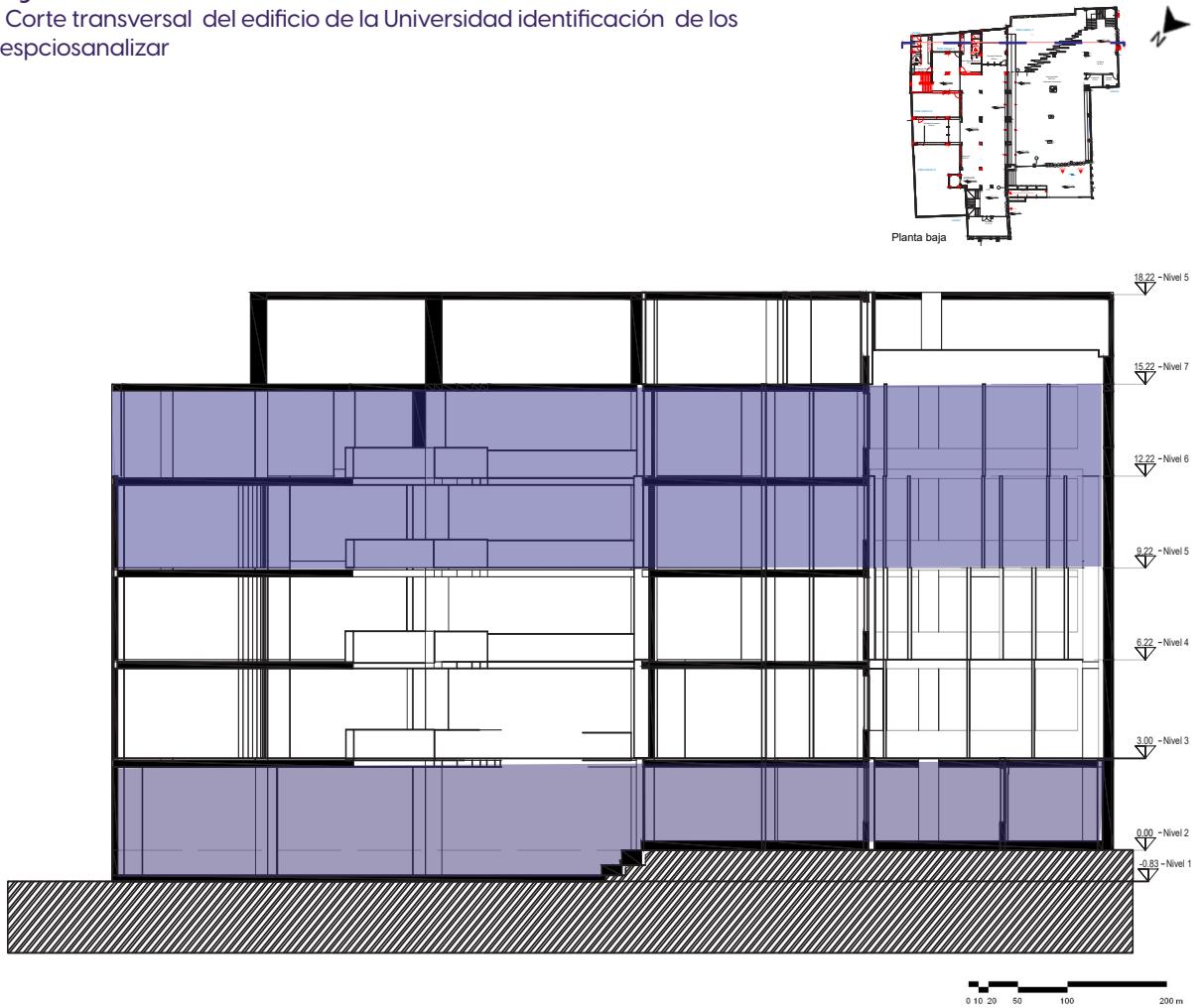
Figura 12.
Planta Alta 4 del edificio de la Universidad



Nota. Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica planta alta 4 -zonificación -Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Figura 5.

Corte transversal del edificio de la Universidad identificación de los espacios analizar



Nota. Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica planta baja- Corte-Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Tabla 8

Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Baja

FICHAS DE OBSERVACIÓN DEL SOPORTE ENERGÉTICO DEL EDIFICIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA			
LOCALIZACIÓN			
PROVINCIA	CANTÓN		CALLE
TUNGURAHUA	AMBATO		AV. SIMÓN BOLÍVAR Y QUITO
PLANTA BAJA NIVEL (NPT) -0,83			
ZONAS	TIPO DE ILUMINACIÓN	NÚMERO DE UNIDADES	INTERPRETACIÓN
ÁREA COMÚN			
		35	La zona corresponde a una área común de la edificación dicha, fotografía fue tomada a las 16 : 24 pm del día 14 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela el déficit de la iluminación natural en dicho espacio, por ende se debe ser ayudada con iluminación artificial para crear un confort visual para los usuarios.
ÁREA ADMINISTRATIVA 1			
		3	La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología
PLAFÓN			
ÁREA ADMINISTRATIVA 2			
		8	La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología
PLAFÓN			

ÁREA ADMINISTRATIVA 3



8

La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología

PLAFÓN

ÁREA DE SERVICIO 1



4

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela la poderosa dependencia de la iluminación para dicho espacio, para su debido funcionamiento. Dicho espacio de uso indispensable por lo cual su dependencia de iluminación artificial es elevada

PLAFÓN

ÁREA DE SERVICIO 2



4

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela la poderosa dependencia de la iluminación para dicho espacio, para su debido funcionamiento. Dicho espacio de uso indispensable por lo cual su dependencia de iluminación artificial es elevada

PLAFÓN

CIRCULACIÓN



37

La zona corresponde a una área de circulación de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela que para la zona de circulación se debe mantener encendido la iluminación artificial

PLAFÓN

TOTAL

99

Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Tabla 9.

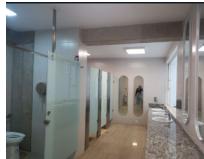
Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Baja - Horas de Gasto Energético

FICHAS DE OBSERVACIÓN DEL SOPORTE ENERGÉTICO DEL EDIFICIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA			
PLANTA BAJA NIVEL (NPT) -0,83			
ZONAS			
ÁREA COMÚN / HORAS DE GASTO ENERGÉTICO			INTERPRETACIÓN
 <p>8:00 a.m.</p>	 <p>12 p.m.</p>	 <p>16 p.m.</p>	<p>La zona corresponde a una área común de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela el déficit de la iluminación natural en ciertas horas de la mañana, donde se puede visualizar que se necesita de la iluminación artificial para llevar a cabo las actividades en el espacio</p>
ÁREA ADMINISTRATIVA 2 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO			
 <p>8:00 a.m.</p>	 <p>12 p.m.</p>	 <p>16 p.m.</p>	<p>La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela déficit de la iluminación natural en ciertas horas de la mañana por lo que necesitan de la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la</p>
ÁREA ADMINISTRATIVA 3 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO			
 <p>8:00 a.m.</p>	 <p>12 p.m.</p>	 <p>16 p.m.</p>	<p>La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela déficit de la iluminación natural en ciertas horas de la mañana por lo que necesitan de la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la</p>

ÁREA DE SERVICIO 1 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m.



16 p.m.

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela el déficit de la iluminación natural en ciertas horas de la mañana por lo que necesitan de la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades

ÁREA DE SERVICIO 2 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m.



16 p.m.

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela el déficit de la iluminación natural en ciertas horas de la mañana por lo que necesitan de la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades

CIRCULACIÓN / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m.



16 p.m.

La zona corresponde a una área de circulación de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela que para la zona de circulación se debe mantener encendido la iluminación artificial en ciertas horas de día lo cual indica el grado de dependencia

Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Tabla 10

Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Alta 3

FICHAS DE OBSERVACIÓN DEL SOPORTE ENERGÉTICO DEL EDIFICIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA			
LOCALIZACIÓN			
PROVINCIA	CANTÓN		CALLE
TUNGURAHUA	AMBATO		AV. SIMÓN BOLÍVAR Y QUITO
PLANTA ALTA 3 NIVEL (NPT) 9,22			
ZONAS	TIPO DE ILUMINACIÓN	NÚMERO DE UNIDADES	INTERPRETACIÓN
ÁREA COMÚN			
		6	La zona corresponde a una área común de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio no emplea mayor uso de la iluminación artificial.
	PLAFÓN		
ÁREA ADMINISTRATIVA 1			
		6	La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología
	PLAFÓN		
AULA 1			
		6	La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente
	PLAFÓN		

AULA 2



PLAFÓN

6

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

AULA 3



PLAFÓN

8

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

AULA 4



PLAFÓN

8

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

AULA 5



PLAFÓN

6

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

AULA 6



6

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha , fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023 , la cual a través de ficción de observador , se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

PLAFÓN

AULA 7



10

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha , fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023 , la cual a través de ficción de observador , se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

PLAFÓN

AULA 8



8

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha , fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023 , la cual a través de ficción de observador , se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

PLAFÓN

AULA 9



6

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha , fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023 , la cual a través de ficción de observador , se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

PLAFÓN

CIRCULACIÓN



PLAFÓN

41

La zona corresponde a una área de circulación de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio no emplea mayor uso de la iluminación artificial

ÁREA DE SERVICIO 1



PLAFÓN

3

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela la poderosa dependencia de la iluminación para dicho espacio, para su debido funcionamiento. Dicho espacio de uso indispensable por lo cual su dependencia de iluminación artificial es elevada

ÁREA DE SERVICIO 2



PLAFÓN

8

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela la poderosa dependencia de la iluminación para dicho espacio, para su debido funcionamiento. Dicho espacio de uso indispensable por lo cual su dependencia de iluminación artificial es elevada

TOTAL

120

Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Tabla 11.

Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Alta 3 - Horas de Gasto Energético

FICHAS DE OBSERVACIÓN DEL SOPORTE ENERGÉTICO DEL EDIFICIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA			
PLANTA ALTA 3 NIVEL (NPT) 9,22			
ZONAS			
ÁREA COMÚN / HORAS DE GASTO ENERGÉTICO			INTERPRETACIÓN
 <p>8:00 a.m.</p>	 <p>12 p.m.</p>	 <p>16 p.m.</p>	<p>La zona corresponde a una área común de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que en horas de la mañana dicho espacio no emplea mayor uso de la iluminación artificial</p>
ÁREA ADMINISTRATIVA 1 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO			
 <p>8:00 a.m.</p>	 <p>12 p.m.</p>	 <p>16 p.m.</p>	<p>La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial en horas de la mañana para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología</p>
AULA 1 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO			
 <p>8:00 a.m.</p>	 <p>12 p.m.</p>	 <p>16 p.m.</p>	<p>La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente</p>

AULA 2 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m.



16 p.m.

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de un nivel adecuado de iluminación natural, en horas de la mañana por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente.

AULA 3 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m.



16 p.m.

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de un nivel adecuado de iluminación natural, en horas de la mañana por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente.

AULA 4 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m.



16 p.m.

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de un nivel adecuado de iluminación natural, en horas de la mañana por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente.

AULA 5 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m.



16 p.m.

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de un nivel adecuado de iluminación natural, en horas de la mañana por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente.

AULA 6 / HORAS DE CONSUMO ENÉRGICO



8:00 a.m.



12 p.m



16 p.m

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de un nivel adecuado de iluminación natural, en horas de la mañana por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

AULA 7 / HORAS DE CONSUMO ENÉRGICO



8:00 a.m.



12 p.m



16 p.m

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de un nivel adecuado de iluminación natural, en horas de la mañana por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

AULA 8 / HORAS DE CONSUMO ENÉRGICO



8:00 a.m.



12 p.m



16 p.m

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de un nivel adecuado de iluminación natural, en horas de la mañana por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

AULA 9 / HORAS DE CONSUMO ENÉRGICO



8:00 a.m.



12 p.m



16 p.m

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de un nivel adecuado de iluminación natural, en horas de la mañana por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

CIRCULACIÓN / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m



16 p.m

La zona corresponde a una área de circulación de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio en las horas de la mañana, no emplea mayor uso de la iluminación artificial.

ÁREA DE SERVICIO 1 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m



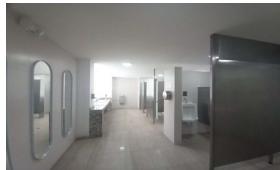
16 p.m

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela la poderosa dependencia de la iluminación para dicho espacio, en las horas de la mañana, para su debido funcionamiento. Dicho espacio de uso indispensable por lo cual su dependencia de iluminación artificial es elevada

ÁREA DE SERVICIO 2 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m



16 p.m

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela la poderosa dependencia de la iluminación para dicho espacio, en las horas de la mañana, para su debido funcionamiento. Dicho espacio de uso indispensable por lo cual su dependencia de iluminación artificial es elevada

Tabla 12

Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Alta 4

FICHAS DE OBSERVACIÓN DEL SOPORTE ENERGÉTICO DEL EDIFICIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA			
LOCALIZACIÓN			
PROVINCIA	CANTÓN		CALLE
TUNGURAHUA	AMBATO		AV. SIMÓN BOLÍVAR Y QUITO
PLANTA ALTA 4 NIVEL (NPT) 12,22			
ZONAS	TIPO DE ILUMINACIÓN	NÚMERO DE UNIDADES	INTERPRETACIÓN
ÁREA COMÚN			
		6	La zona corresponde a una área común de la edificación dicha, fotografía fue tomada a día 15 de noviembre del 2023 , la cual a través de ficción de observador , se revela que dicho espacio no emplea mayor uso de la iluminación artificial
LUMINARIA LED BATTEN			
OFICINA 1			
		6	La zona corresponde a oficinas de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023 , la cual a través de ficción de observador , se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología
PLAFÓN			
OFICINA 2			
		6	La zona corresponde a oficinas de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023 , la cual a través de ficción de observador , se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología
PLAFÓN			

SALA DE PROFESORES



LUMINARIA LED BATTEN

10

La zona corresponde a la sala de profesores de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que

ÁREA ADMINISTRATIVA 1



PLAFÓN

8

La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología

ÁREA ADMINISTRATIVA 2



PLAFÓN

8

La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología

ÁREA ADMINISTRATIVA 3



PLAFÓN

8

La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología

ÁREA ADMINISTRATIVA 3



8

PLAFÓN

La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha , fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023 , la cual a través de ficción de observador , se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología

ÁREA DE SERVICIO 1



3

PLAFÓN

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha , fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023 , a través de ficción de observador , se revela la poderosa dependencia de la iluminación para dicho espacio , para su debido funcionamiento. Dicho espacio de uso indispensable por lo cual su dependencia de iluminación artificial es

ÁREA DE SERVICIO 2



3

PLAFÓN

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha , fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023 , a través de ficción de observador , se revela la poderosa dependencia de la iluminación para dicho espacio , para su debido funcionamiento. Dicho espacio de uso indispensable por lo cual su dependencia de iluminación artificial es elevada

CIRCULACIÓN



28

PLAFÓN

La zona corresponde a una área de circulación de la edificación dicha , fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023 , la cual a través de ficción de observador , se revela que dicho espacio no emplea mayor uso de la iluminación artificial.

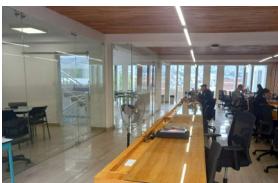
TOTAL

94

Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Tabla 13.

Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Alta 3 - Horas de Gasto Energético

FICHAS DE OBSERVACIÓN DEL SOPORTE ENERGÉTICO DEL EDIFICIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA			
PLANTA ALTA 4 NIVEL (NPT) 12,22			
ZONAS			
ÁREA COMÚN / HORAS DE GASTO ENERGÉTICO	INTERPRETACIÓN		
 <p>8:00 a.m.</p>	 <p>12 p.m.</p>	 <p>16 p.m.</p>	<p>La zona corresponde a una área común de la edificación dicha, fotografía fue tomada a día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio no emplea mayor uso de la iluminación artificial, en horas de la mañana debido a que emplea un gran número de</p>
SALA DE PROFESORES / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO			
 <p>8:00 a.m.</p>	 <p>12 p.m.</p>	 <p>16 p.m.</p>	<p>La zona corresponde la sala de profesores de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial en horas de la mañana y tarde para llevar a cabo actividades que conlleva la</p>
ÁREA ADMINISTRATIVA 1 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO			
 <p>8:00 a.m.</p>	 <p>12 p.m.</p>	 <p>16 p.m.</p>	<p>administrativa de la edificación dicha, fotografía fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial en horas de la mañana y tarde sin embargo se analiza que para dichas zonas no es necesario el</p>

Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Resultados Obtenidos

Planta Baja

El análisis realizado en la planta baja indica que existe un mayor consumo de energía y dependencia de iluminación artificial en las zonas administrativas debido a que, las operaciones diarias, como las necesidades de funcionamiento requieren más iluminación para facilitar un entorno de trabajo confortable, de igual manera los equipos de oficinas como computadoras e impresoras u otros dispositivos electrónicos contribuyen significativamente al consumo energético, se debe considerar que la proliferación de dispositivos electrónicos modernos aumentan el consumo, es por ello que el uso de iluminación eficiente y una buena gestión de iluminación puede ayudar a reducir el consumo energético

Planta Alta 3

El análisis realizado en la planta alta 3 indica que existe un mayor consumo energético y a su vez dependencia de la iluminación artificial en las zonas de las aulas, puesto que las operaciones diarias como las actividades académicas demandan iluminación para facilitar el entorno educativo confortable, de igual manera los equipos educativos como laptops u otros dispositivos académicos contribuyen al consumo energético, es por ello que se plantea un uso de iluminación eficiente y una eficaz gestión de iluminación.

Planta Alta 4

El análisis realizado en la planta alta 4 indica que existe un mayor consumo de energía en las zonas administrativas puesto que, las operaciones diarias, como las necesidades de funcionamiento requieren más iluminación para facilitar un entorno de trabajo confortable, del mismo modo los equipos de oficinas como computadoras e impresoras u otros dispositivos electrónicos contribuyen significativamente al consumo energético, se debe considerar que la proliferación de dispositivos electrónicos modernos aumentan el consumo, es por ello que el uso de iluminación eficiente y una buena gestión de iluminación puede ayudar a reducir el consumo

Desarrollo del Objetivo Especifico 3

Para el alcance del objetivo específico 3 se proponer estrategias de mejora para la eficiencia energética, aplicables a la edificación educativa, para disminuir el consumo energético, enfocada en la iluminación artificial a través del análisis lumínico en un software especializado

Para dar inicio al desarrollo del objetivo 3 se debe tomar en consideración los elementos verticales en la fachada de la edificación los cuales son los quiebra vistas verticales que actúan según el ángulo, estos elementos verticales son ubicados para dar sombra a un espacio los cuales deben ofrecer el máximo de control sobre la dinámica solar.

Sin embargo en la edificación cumple con uno de sus objetivos que es otorgar sombra para mitigar la entrada del sol directamente hacia los espacios, puesto que la edificación cuenta con fachadas que emplea vidrio templado de 2mm es por eso que se toma en consideración dicho elemento, cabe mencionar que este elemento vertical controla la cantidad de luz natural, no obstante, en los espacios donde se emplean pantallas digitales, aparatos electrónicos, laptops entre otros, como es en el caso de las aulas y oficinas administrativas se debió considerar dicho uso.

Puesto que demandan una mayor rango de iluminación natural, es por ello que los quiebra vistas verticales cumple con su objetivo de otorgar sombra, y ayudan a que exista menor efecto reflectivo en la zona, sin embargo, se perjudican la entrada de sol para dicho espacios por la ubicación de su ángulos los cuales obstaculizan de manera directa la entrada de la luz natural como se puede evidenciar en la figura 87 se evidencia que la sombra en los espacios es mayormente elevado debido a los elementos verticales y ángulos de ubicación.

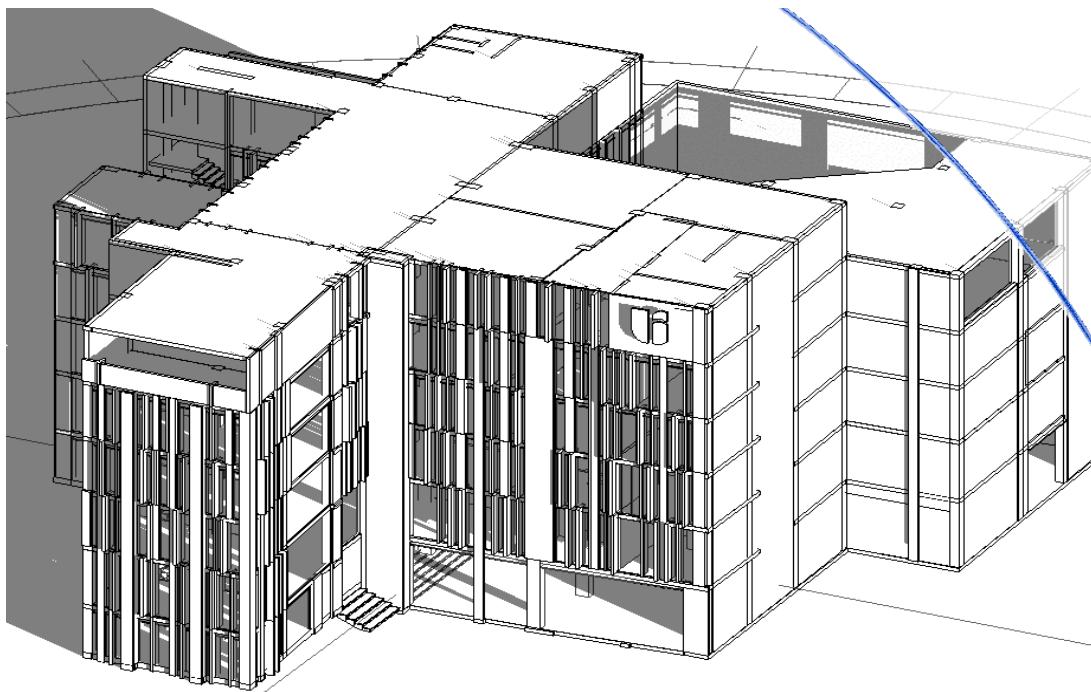
Para ese análisis presentado en la (figura 6) donde se desea verificar el comportamiento de los quiebra vistas con la iluminación natural y sombra se consideró la hora con mayor incidencia solar que generalmente ocurre a las 12:00 p.m, en las horas centrales del día, sin embargo la

cantidad de incidencia solar exacta puede depender de distintas factores tales como temporada del año , condiciones climáticas específicas , es por ello que dicho análisis se considera el sol de verano puesto (hemisferio sur), que corresponde a los meses de diciembre, enero y febrero , el sol sale de noroeste y se pone hacia el noroeste , es decir

, en la época de verano, el sol sale mas hacia el lado nor-oriental y se pone más hacia el lado oeste-noroccidental .

Una vez especificado las condiciones a considerar se procede a evidenciar la actuación de los elementos verticales ubicados en la fachada.

Figura 6.
Planta Alta 3 del edificio de la Universidad



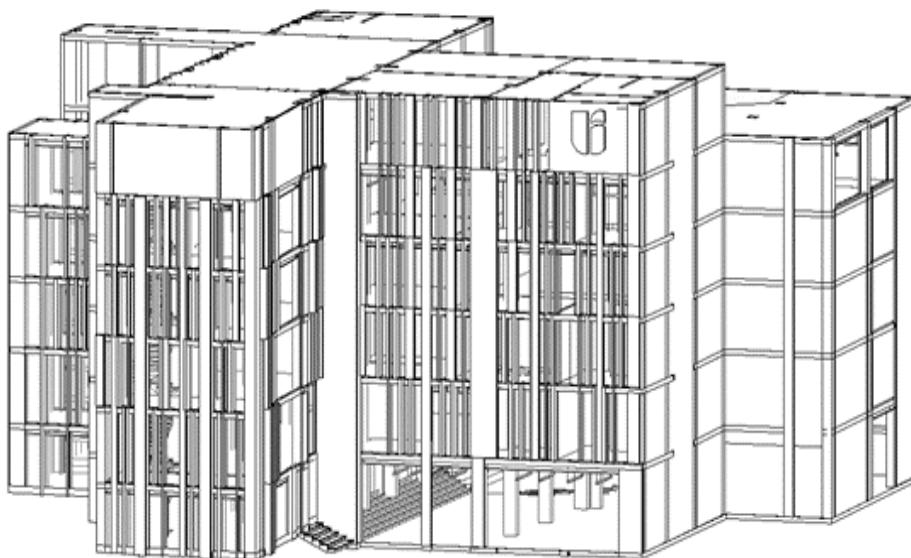
Nota. Edificio Simón Bolívar de la Universidad Análisis de Sombra e incidencia solar -Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

El análisis a ejecutarse a través de software se Revit de plugin de análisis de iluminación el cual es una herramienta utilizada para el análisis del rendimiento de la iluminación de las edificaciones . El complemento permite acceder a los usuarios la creación de simulaciones de iluminación que se puedan emplear para la evaluación de la

cantidad y la calidad de la luz en un espacio. Este complemento de análisis se puede emplear para reducir el consumo de energía identificando oportunidades para la reducción energética de un sistema de iluminación

Se procede con el levantamiento de la edificación en Revit el cual ayuda visualización en 3D, del proyecto .

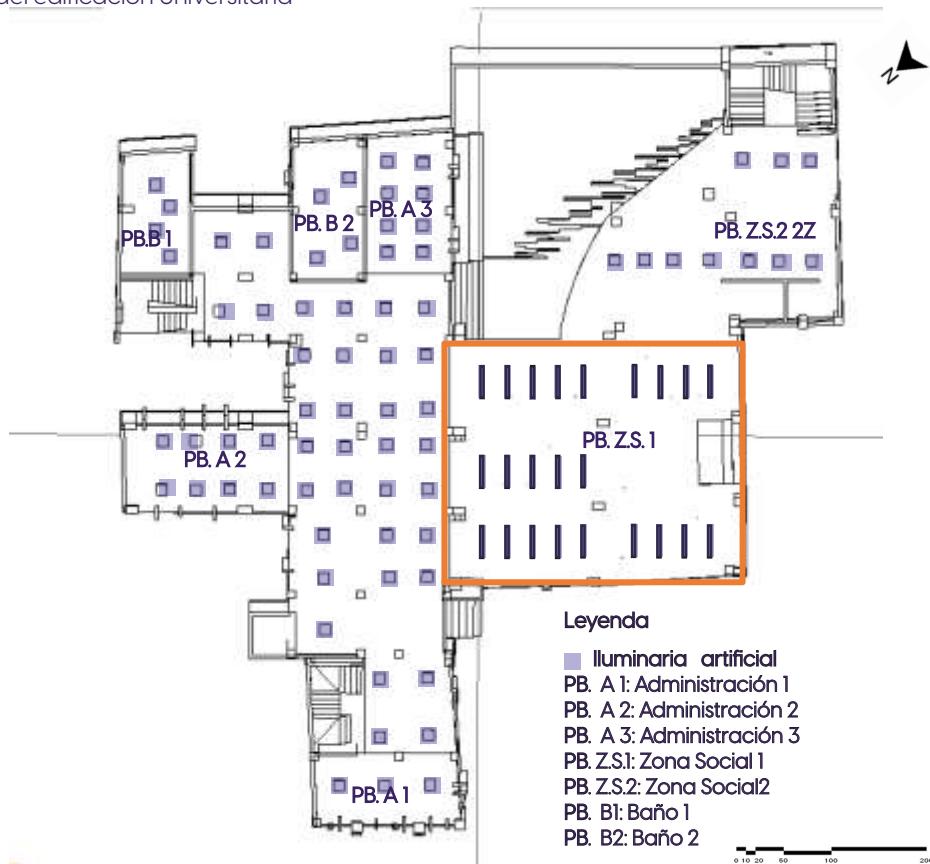
Figura 7.
Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamerica levantamineto 3D



Nota. Levantamiento 3D del Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamerica en Revit

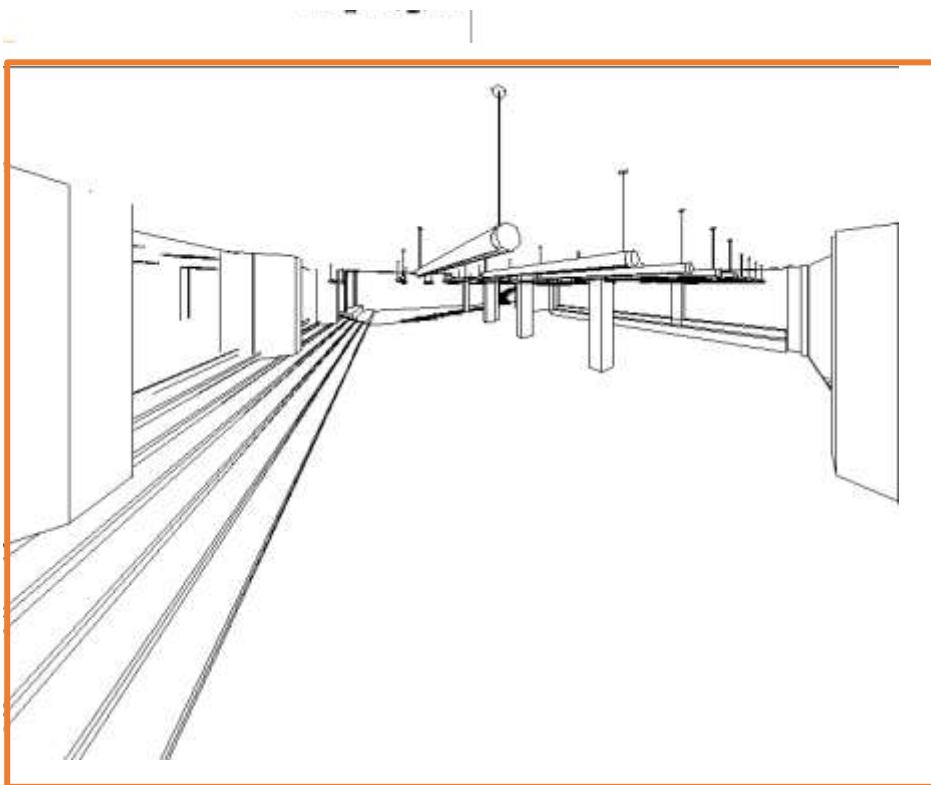
Se identifica la ubicación de la luminaria artificial, en los niveles analizar, Planta baja ver (figura 8), (figura 9), Planta alta 3 (figura 10), (figura 11), (figura 12), Planta alta 4 (figura 13), (figura 14), (figura 15)

Figura 8.
Planta Baja del edificación Universitaria



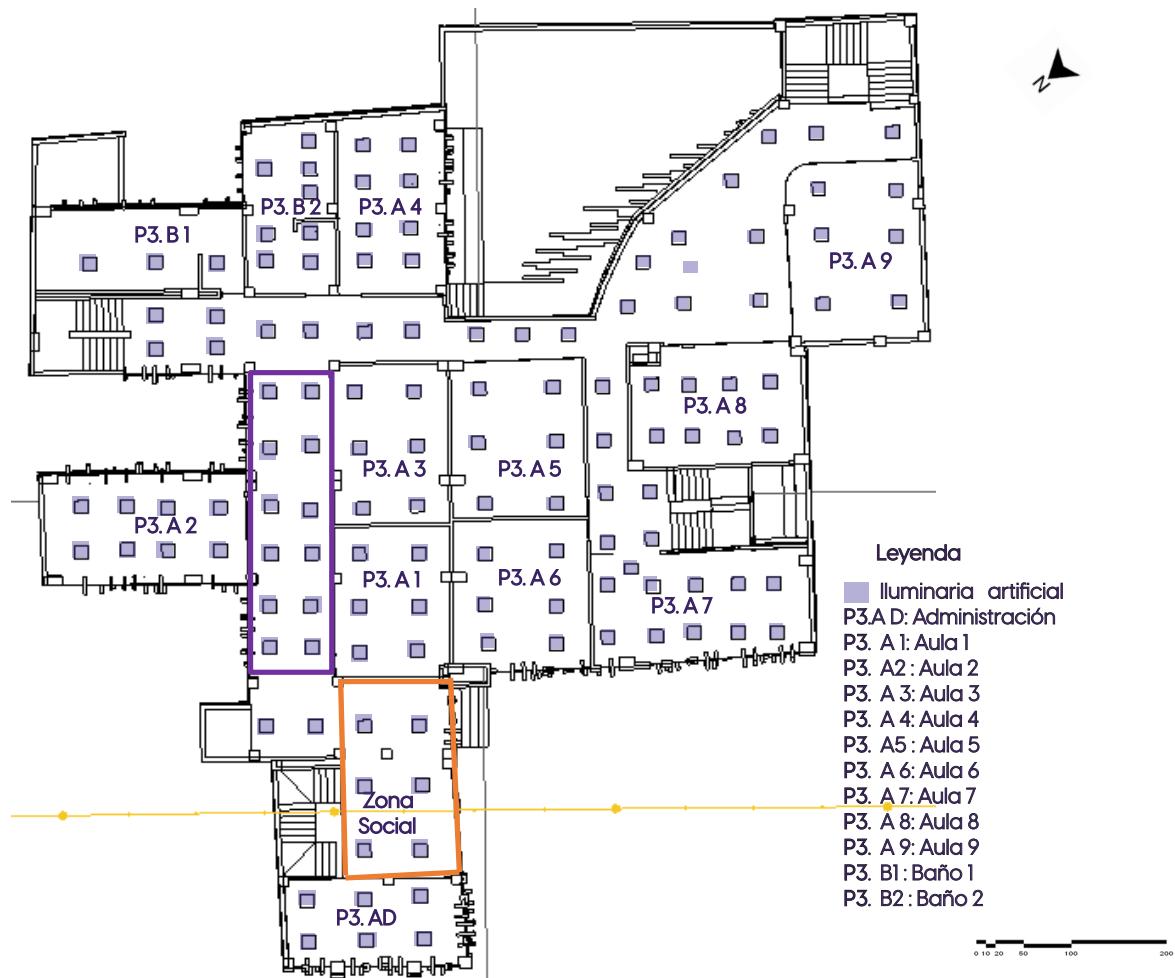
Nota. Identificación de la luminaria artificial planta baja del Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamericana -Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Figura 9.
Planta Baja del edificación Universitaria



Nota. Identificación de la luminaria artificial planta baja del Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamericana -Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Figura 10.
Planta Alta 3 del edificación Universitaria



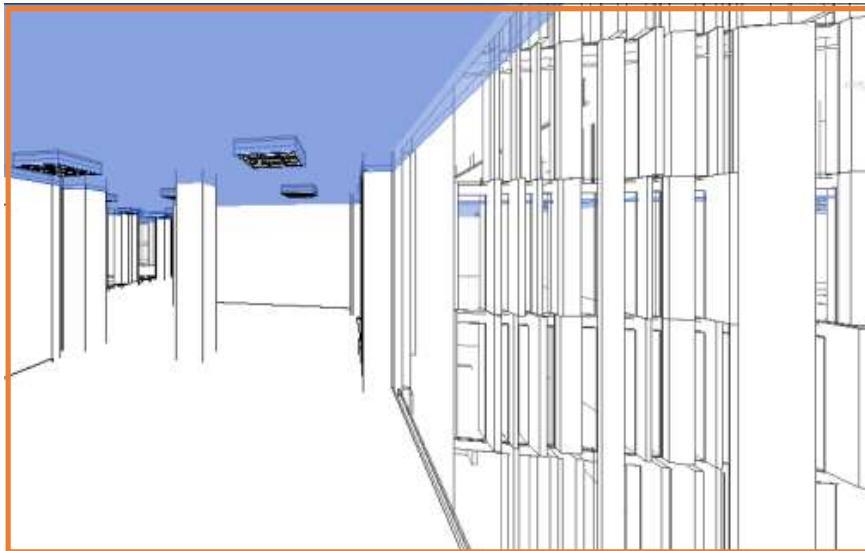
Nota. Identificación de la luminaria artificial planta baja del Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamericana -Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Figura 11.
Planta Alta 3 del edificación Universitaria , espacio interior



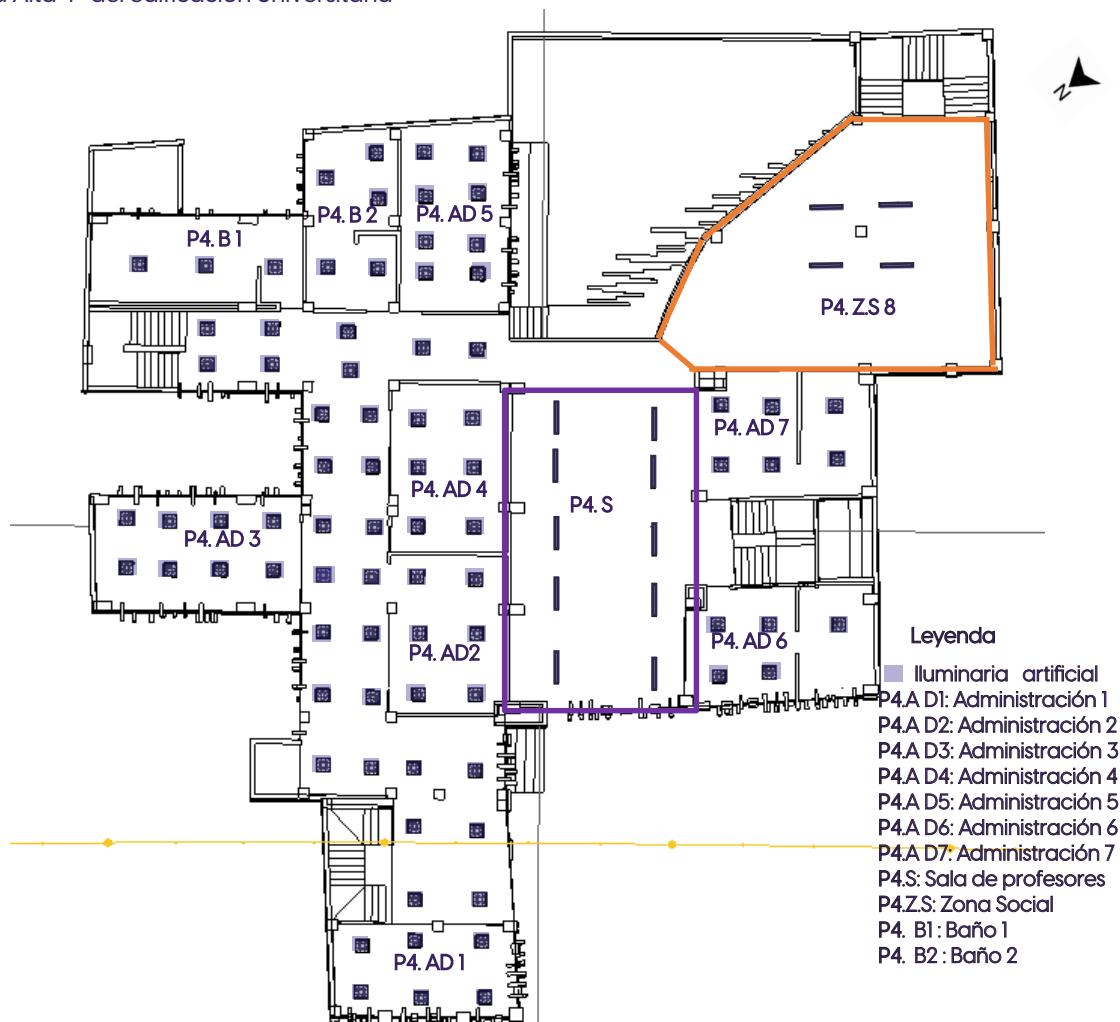
Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Figura 12.
Planta Alta 3 del edificación Universitaria



Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

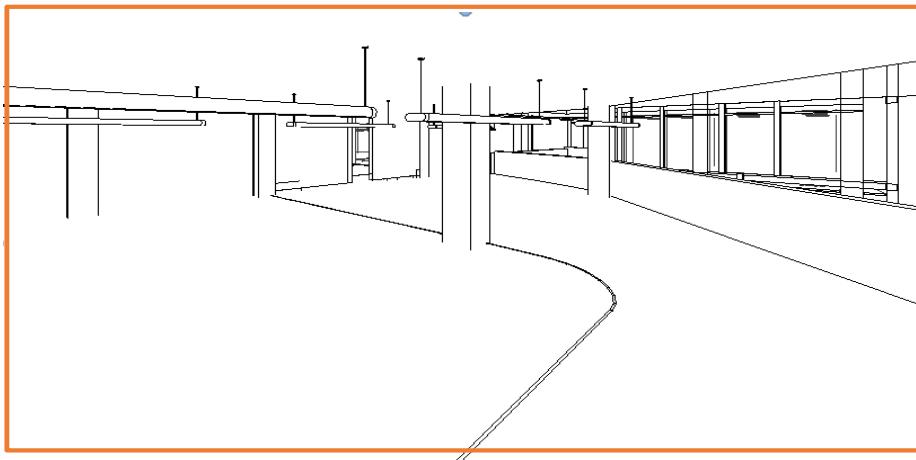
Figura 13.
Planta Alta 4 del edificación Universitaria



Nota. Identificación de la luminaria artificial planta alta del Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamerica
Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Figura 14.

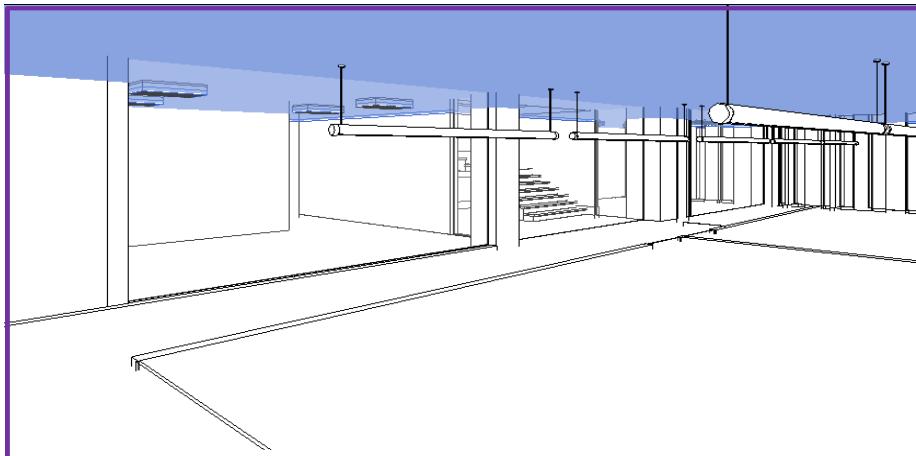
Planta Alta 4 del edificación Universitaria , espacio interior



Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Figura 15.

Planta Alta 4 del edificación Universitaria



Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Diagnóstico del estado actual de la iluminación en la edificación

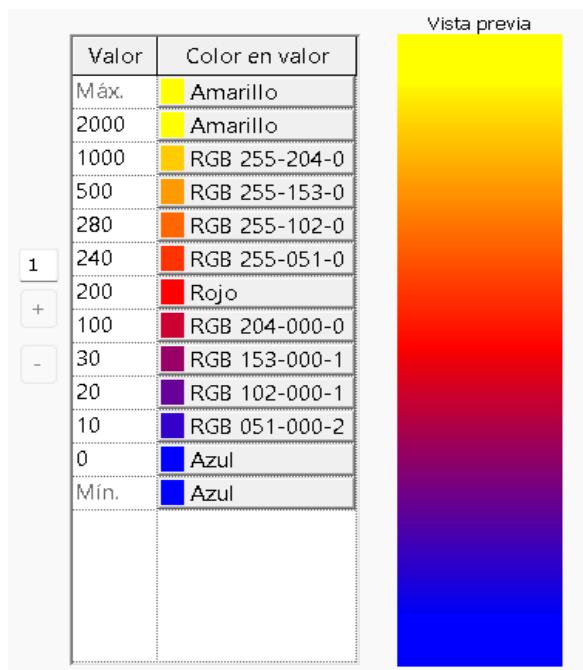
P

Posteriormente se ejecuta un análisis de simulación en el plugin de análisis de iluminación de Revit de manera comparativa con la iluminación natural y la iluminación artificial empleada en los espacios analizados considerando horas críticas tales como las 8 am, 12 pm y 4 pm, esto ayudara a identificar el déficit

de lúmenes existentes en cada espacio de tal manera considerar distintas estrategias para solventar dicha problemática. Se establece la nomenclatura que se ejecutara en el análisis de simulación. Ver (figura 16)

Figura 16

Nomenclatura del análisis



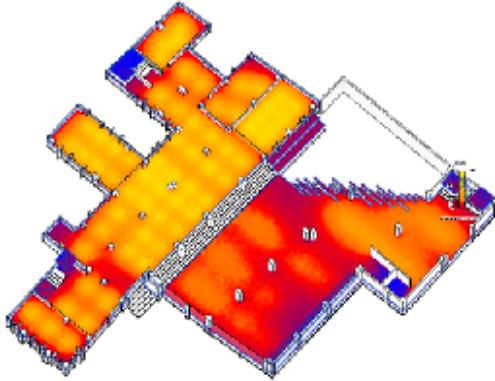
Nota. Nomenclatura del análisis de iluminación del plugin revit .

Análisis de iluminación natural

Planta baja
8am

Figura 17.

Planta Baja del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación natural de la planta baja del edificio universitario, Revit

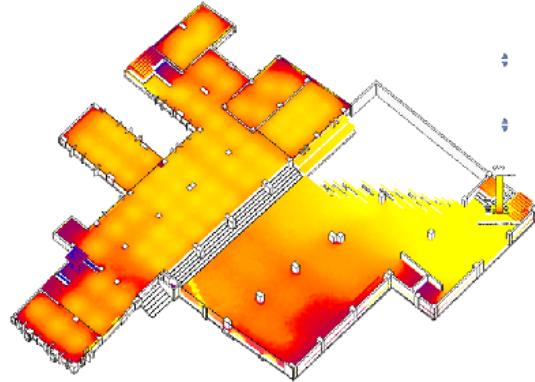
El análisis nos dice que a las 8am en la planta baja el 46% del área se encuentra dentro del umbral, 0% por encima de los 2000 lúmenes, posteriormente el 50% se encuentra por debajo del umbral requerido

Análisis de iluminación artificial

Planta baja
8am

Figura 18.

Planta Baja del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta baja del edificio universitario, Revit

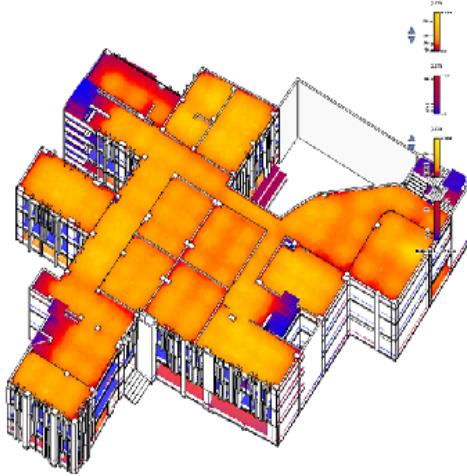
El análisis nos dice que a las 8am en la planta baja el 65% del área se encuentra dentro del umbral, 9% por encima de los 2000 lúmenes, posteriormente el 22% se encuentra por debajo del umbral requerido

Análisis de iluminación natural

Planta alta 3
8am

Figura 19.

Planta Alta 3 del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta alta 3 del edificio universitario, Revit

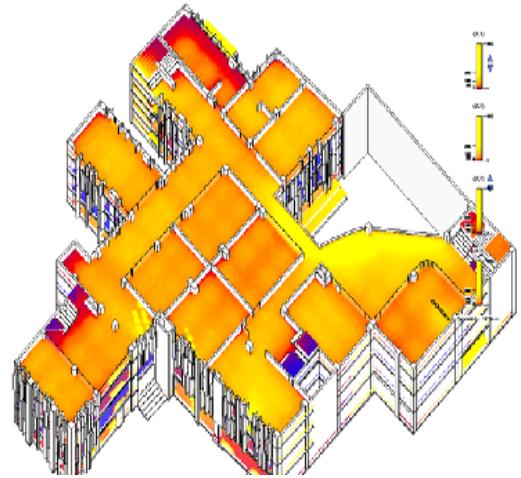
El análisis nos dice que a las 8am en la planta alta 3 el 78% del área se encuentra dentro del umbral, 0% por encima de los 2000 lúmenes, posteriormente el 22% se encuentra por debajo del umbral requerido

Análisis de iluminación artificial

Planta alta 3
8am

Figura 20.

Planta Alta 3 del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta alta 3 del edificio universitario, Revit

El análisis nos dice que a las 8am en la planta alta 3 el 81% del área se encuentra dentro del umbral, 3% por encima de los 2000 lúmenes, posteriormente el 15% se encuentra por debajo del umbral requerido

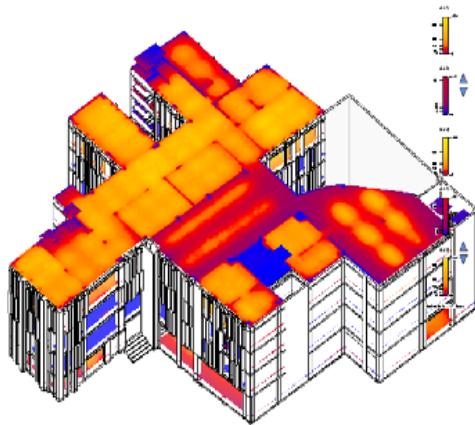
Análisis de iluminación natural

Planta alta 4

8am

Figura 21.

Planta Alta 4 del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta alta 4 del edificio universitario , Revit

El análisis nos dice que a las 8am en la planta alta 4 el 55% del área se encuentra dentro del umbral , 0% por encima de los 2000 lúmenes , posteriormente el 45% se encuentra por debajo del umbral requerido

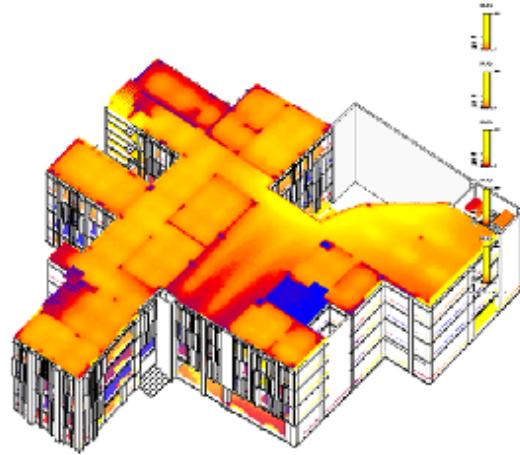
Análisis de iluminación artificial

Planta alta 4

8am

Figura 22.

Planta Alta 4 del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta alta 4 del edificio universitario , Revit

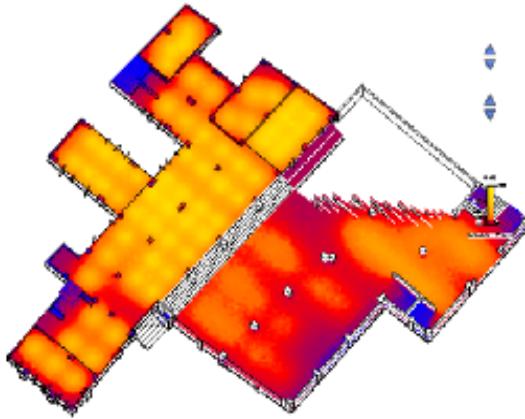
El análisis nos dice que a las 8am en la planta alta 4 el 75% del área se encuentra dentro del umbral , 3% por encima de los 2000 lúmenes , posteriormente el 22% se encuentra por debajo del umbral requerido

Análisis de iluminación natural

Planta baja
12 pm

Figura 23.

Planta Baja del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación natural de la planta baja del edificio universitario, Revit

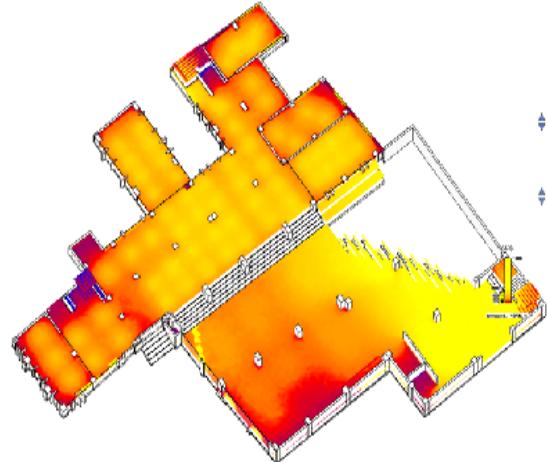
A las 12 pm el 46 % de esa área se encuentra dentro del umbral, 0% por encima del umbral, el 54 % por debajo de umbral requerido y finalmente esto ocasiona la utilización de la iluminación artificial en ciertas horas de mañana, dependiendo así del consumo energético.

Análisis de iluminación artificial

Planta baja
12 pm

Figura 24.

Planta Baja del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta baja del edificio universitario, Revit

A las 12 pm el 71 % de esa área se encuentra dentro del umbral, 2% por encima del umbral, el 24 % por debajo de umbral requerido y finalmente esto ocasiona la utilización de la iluminación artificial en ciertas horas de la mañana, dependiendo así del consumo energético.

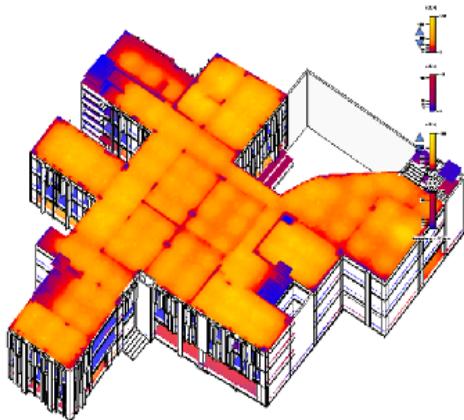
Análisis de iluminación natural

Planta alta 3

12 pm

Figura 25.

Planta Alta 3 del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta alta 3 del edificio universitario, Revit

A las 12 pm el 70% de esa área se encuentra dentro del umbral, 0% por encima del umbral, y el 30 % por debajo de umbral requerido y finalmente esto ocasiona la utilización de la iluminación artificial en ciertas horas de la mañana, dependiendo así del consumo energético

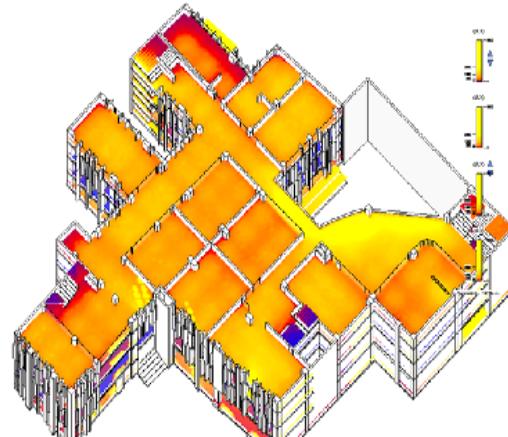
Análisis de iluminación artificial

Planta alta 3

12 pm

Figura 26.

Planta Alta 3 del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta alta 3 del edificio universitario, Revit

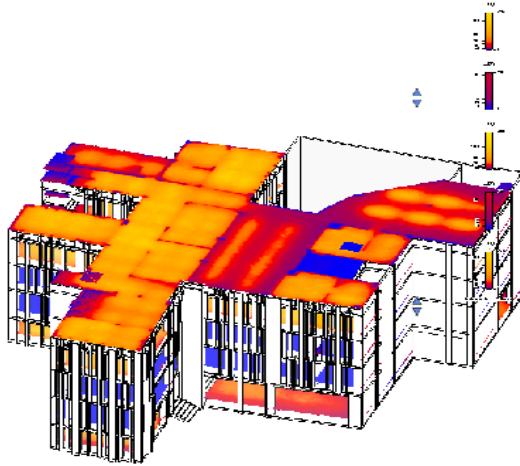
A las 12 pm el 83% de esa área se encuentra dentro del umbral, 1% por encima del umbral, y el 16 % por debajo de umbral requerido y finalmente esto ocasiona la utilización de la iluminación artificial en ciertas horas de la mañana, dependiendo así del consumo energético

Análisis de iluminación natural

Planta alta 4
12 pm

Figura 27.

Planta Alta 4 del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta alta 4 del edificio universitario , Revit

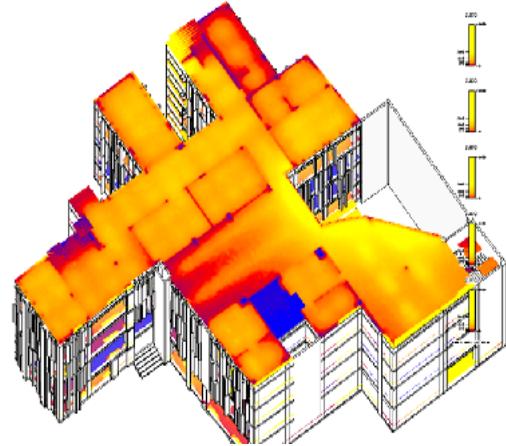
A las 12 pm el 56% de esa área se encuentra dentro del umbral, 0% por encima del umbral, y el 44 % por debajo de umbral requerido y finalmente esto ocasiona la utilización de la iluminación artificial en ciertas horas de la mañana , dependiendo así del consumo energético

Análisis de iluminación artificial

Planta alta 4
12 pm

Figura 28.

Planta Alta 4 del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta alta 4 del edificio universitario , Revit

A las 12 pm el 71% de esa área se encuentra dentro del umbral, 1% por encima del umbral, y el 28 % por debajo de umbral requerido y y finalmente esto ocasiona la utilización de la iluminación artificial en ciertas horas de la mañana , dependiendo así del consumo energético

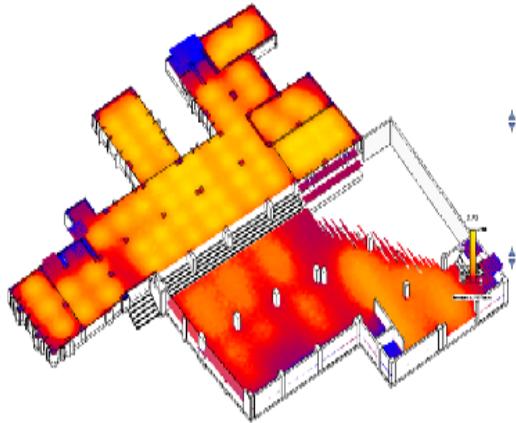
Análisis de iluminación natural

Planta baja

4 pm

Figura 29.

Planta Baja del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación natural de la planta baja del edificio universitario, Revit

El análisis nos dice que a las 4pm en la planta baja el 36% del área se encuentra dentro del umbral, 0% por encima de los 2000 lúmenes, posteriormente el 64% se encuentra por debajo del umbral requerido, requerido y finalmente esto ocasiona la utilización de la iluminación artificial en ciertas horas de la mañana, dependiendo así del consumo energético

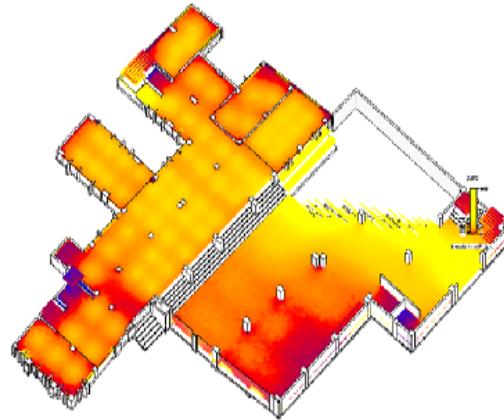
Análisis de iluminación artificial

Planta baja

4pm

Figura 30.

Planta Baja del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta baja del edificio universitario, Revit

El análisis nos dice que a las 4pm en la planta baja el 70% del área se encuentra dentro del umbral, 4% por encima de los 2000 lúmenes, posteriormente el 23% se encuentra por debajo del umbral requerido, requerido y finalmente esto ocasiona la utilización de la iluminación artificial en ciertas horas de la mañana, dependiendo así del consumo energético

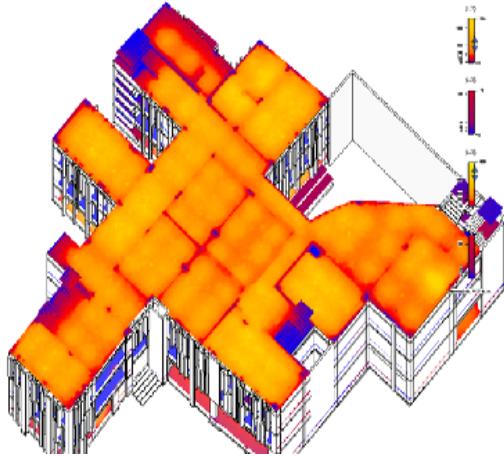
Análisis de iluminación natural

Planta alta 3

4 pm

Figura 31.

Planta Alta3 del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta alta 3 del edificio universitario, Revit

El análisis nos dice que a las 4pm en la planta alta 3 el 46% del área se encuentra dentro del umbral, 0% por encima de los 2000 lúmenes, posteriormente el 54% se encuentra por debajo del umbral requerido, requerido y finalmente esto ocasiona la utilización de la iluminación artificial en ciertas horas de la mañana, dependiendo así del consumo energético

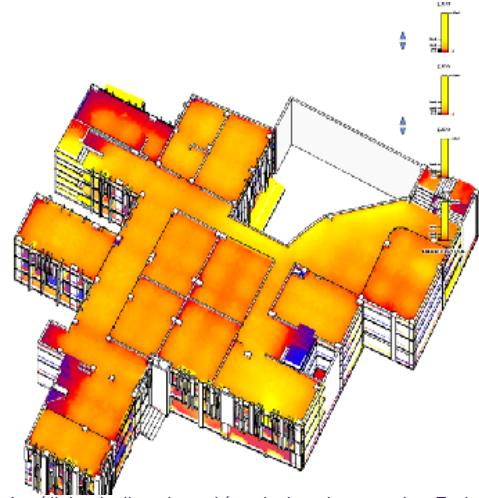
Análisis de iluminación artificial

Planta alta 3

4 pm

Figura 32.

Planta Alta3 del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta alta 3 del edificio universitario, Revit

El análisis nos dice que a las 4pm en la planta alta 3 el 81% del área se encuentra dentro del umbral, 5% por encima de los 2000 lúmenes, posteriormente el 14% se encuentra por debajo del umbral requerido, requerido y finalmente se establece que esta zona posee solo el 80% dentro del umbral requerido que va desde las 300-2000 lúmenes lo que ocasiona la utilización de la iluminación artificial en ciertas horas de la mañana, dependiendo así del consumo energético.

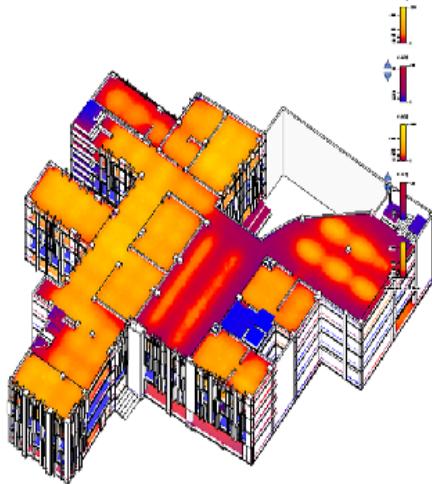
Análisis de iluminación natural

Planta alta 4

4 pm

Figura 33.

Planta Baja del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta alta 4 del edificio universitario, Revit

El análisis nos dice que a las 4pm en la planta alta 4 el 31% del área se encuentra dentro del umbral, 0 % por encima de los 2000 lúmenes, posteriormente el 69% se encuentra por debajo del umbral requerido, requerido y finalmente esto ocasiona la utilización de la iluminación artificial en ciertas horas de la mañana, dependiendo así del consumo energético

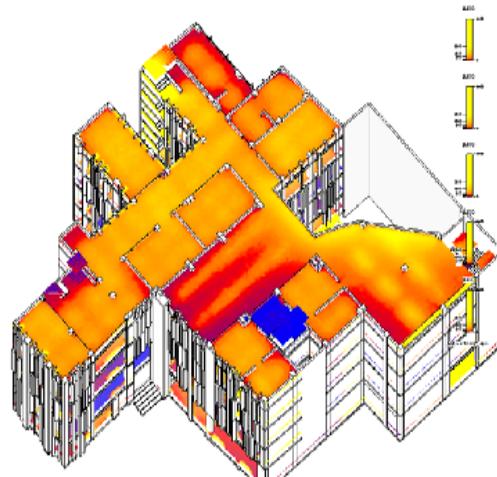
Análisis de iluminación artificial

Planta alta 4

4 pm

Figura 34.

Planta Alta 4 del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta alta 4 del edificio universitario, Revit

El análisis nos dice que a las 4pm en la planta alta 4 el 70% del área se encuentra dentro del umbral, 10 % por encima de los 2000 lúmenes, posteriormente el 21% se encuentra por debajo del umbral requerido, requerido y finalmente se establece que esta zona posee solo el 68% dentro del umbral requerido que va desde las 300-2000 lúmenes lo que ocasiona la utilización de la iluminación artificial en ciertas horas de la mañana, dependiendo así del consumo energético.

Resultados de Análisis de Luz natural

Tabla 14

Tabla de análisis de la iluminación natural

Tabla de planificación de suelos de _InsightLighting _Iluminación natural									
Análisis personalizado Resultados del edificio completo: -1,24314486980438,-78,630500793457									
11/27 8a. m.: 21% de puntos se encuentran entre 300-2000 lux (28-186 fc)									
Valores solares (W/m2): 11/27 8a. m. GHI: 1, DNI:1, DHI: 1									
Nombre	Área de piso incluida en la iluminación natural	Superficie total del suelo	Resultados de umbral de 8 a. m.						
			dentro del umbral		por encima del umbral		por debajo del umbral		
			%	Área	%	Área	%	Área	
Planta Baja	922 m	922 m	46	428m	0	0m	50	462 m	
Planta alta 3	867 m	867 m	78	679m	0	0m	22	188m	
Planta alta 4	860m	860m	55	475m	0	0m	45	385m	

Tabla de planificación de suelos de _InsightLighting _Luz artificial									
Análisis personalizado Resultados del edificio completo: -1,24314486980438,-78,630500793457									
11/27 12p. m.: 31% de puntos se encuentran entre 300-2000 lux (28-186 fc)									
Valores solares (W/m2): 11/27 12p. m. GHI: 1, DNI:1, DHI: 1									
Nombre	Área de piso incluida en la iluminación natural	Superficie total del suelo	Resultados de umbral de 12p. m.						
			dentro del umbral		por encima del umbral		por debajo del umbral		
			%	Área	%	Área	%	Área	
Planta Baja	922 m	922 m	46	424m	0	0m	54	498 m	
Planta alta 3	867 m	867 m	70	606m	0	0m	30	260m	
Planta alta 4	860m	860m	56	481m	0	0m	44	378m	

Tabla de planificación de suelos de _InsightLighting _Luz artificial									
Análisis personalizado Resultados del edificio completo: -1,24314486980438,-78,630500793457									
11/27 4p. m.: 31% de puntos se encuentran entre 300-2000 lux (28-186 fc)									
Valores solares (W/m2): 11/27 4p. m. GHI: 1, DNI:1, DHI: 1									
Nombre	Área de piso incluida en la iluminación natural	Superficie total del suelo	Resultados de umbral de 8 a. m.						
			dentro del umbral		por encima del umbral		por debajo del umbral		
			%	Área	%	Área	%	Área	
Planta Baja	922 m	922 m	36	332m	0	0m	64	590 m	
Planta alta 3	867 m	867 m	46	399m	0	0m	54	468m	
Planta alta 4	860m	860m	31	267m	0	0m	69	593m	

Nota. Tabla de analisis de la iluminacion natural en horas criticas -Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Resultados de Análisis de Luz artificial

Tabla 15

Tabla de análisis de la iluminación artificial

Tabla de planificación de suelos de _InsightLighting _Iluminación artificial									
Análisis personalizado Resultados del edificio completo: -1,24314486980438,-78,630500793457									
11/27 8a. m.: 29% de puntos se encuentran entre 300-2000 lux (28-186 fc)									
Valores solares (W/m2): 11/27 8a. m. GHI: 382, DNI:651, DHI: 57									
Nombre	Área de piso incluida en la iluminación natural	Superficie	total del suelo	Resultados de umbral de 8 a. m.					
				dentro del umbral		por encima del umbral		por debajo del umbral	
				%	Área	%	Área	%	Área
Planta Baja	922 m		922 m	65	602m	9	84m	22	204 m
Planta alta 3	867 m		867 m	81	704m	3	29m	15	134m
Planta alta 4	860m		860m	75	648m	3	27m	22	185m

Tabla de planificación de suelos de _InsightLighting _Luz artificial									
Análisis personalizado Resultados del edificio completo: -1,24314486980438,-78,630500793457									
11/27 12p. m.: 31% de puntos se encuentran entre 300-2000 lux (28-186 fc)									
Valores solares (W/m2): 11/27 12 p. m. GHI: 349, DNI:343, DHI: 23									
Nombre	Área de piso incluida en la iluminación natural	Superficie	total del suelo	Resultados de umbral de 12 p. m.					
				dentro del umbral		por encima del umbral		por debajo del umbral	
				%	Área	%	Área	%	Área
Planta Baja	922 m		922 m	71	656m	2	15m	24	218 m
Planta alta 3	867 m		867 m	83	719m	1	6m	16	142m
Planta alta 4	860m		860m	71	610m	1	7m	28	243m

Tabla de planificación de suelos de _InsightLighting _Luz artificial									
Análisis personalizado Resultados del edificio completo: -1,24314486980438,-78,630500793457									
11/27 4p. m.: 27% de puntos se encuentran entre 300-2000 lux (28-186 fc)									
Valores solares (W/m2): 11/27 4p. m. GHI: 513, DNI:776, DHI: 65									
Nombre	Área de piso incluida en la iluminación natural	Superficie	total del suelo	Resultados de umbral de 4 p. m.					
				dentro del umbral		por encima del umbral		por debajo del umbral	
				%	Área	%	Área	%	Área
Planta Baja	922 m		922 m	70	648m	4	33m	23	208 m
Planta alta 3	867 m		867 m	81	701 m	5	41m	14	125m
Planta alta 4	860m		860m	70	598m	10	82m	21	180m

Nota. Tabla de analisis de la iluminacion artificial en horas criticas -Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Una vez presentado los datos obtenidos por la simulaciones realizadas en el plugin de análisis de iluminación de Revit de la luz natural en los espacios y a su vez de la luz artificial utilizada se evidencia el déficit de lúmenes en cada espacio y la poca variación que existe con la iluminación artificial y su elevada dependencia, dicho lúmenes no entra de acuerdo a la normativa de espacios de trabajo. Por lo cual este estudio proponer estrategias de mejora para la eficiencia energética, aplicables a la edificación educativa, para disminuir el consumo energético, enfocada en la iluminación

En este sentido con base a la recopilación de información proporcionada por con el estudio bibliográfico de normativas, teorías de los profesionales, a mas del estudio e indagación realizada, se propone las posibles estrategias a implementar para reducir al dependencia de la iluminación artificial, seleccionando así las estrategias que se indican a continuación.

- Cielo raso reflectivo

Este tipo de techo interior es diseñado para reflejar la luz natural de mejor manera en lugar absorberla. Este material posee propiedades reflectantes, como pinturas especiales, paneles de yeso con acabado reflectante, estos materiales aumentan la cantidad de la luz en un espacio, reduciendo así la dependencia de la utilización de la iluminación artificial y el consumo de energía. Esto proporciona un mejor confort visual, puesto que ayuda a distribuir de amañera más uniforme la luz natural en el interior del edificio, lo que reduce el deslumbramiento y mejora el confort visual de los ocupantes. También un cielo raso reflectivo contribuye a mantener temperaturas mas frescas en el interior. Los materiales utilizados son duradero y de poco mantenimiento

- Temporizadores

Este tipo de aparatos ayudan a optimizar el consumo energético específicamente en la iluminación artificial los cuales ayudan a autonomizar el encendido y pagado de las luces en función de un tiempo establecido o determinado. Los temporizadores de luz apagan la luces cuando no se necesitan.

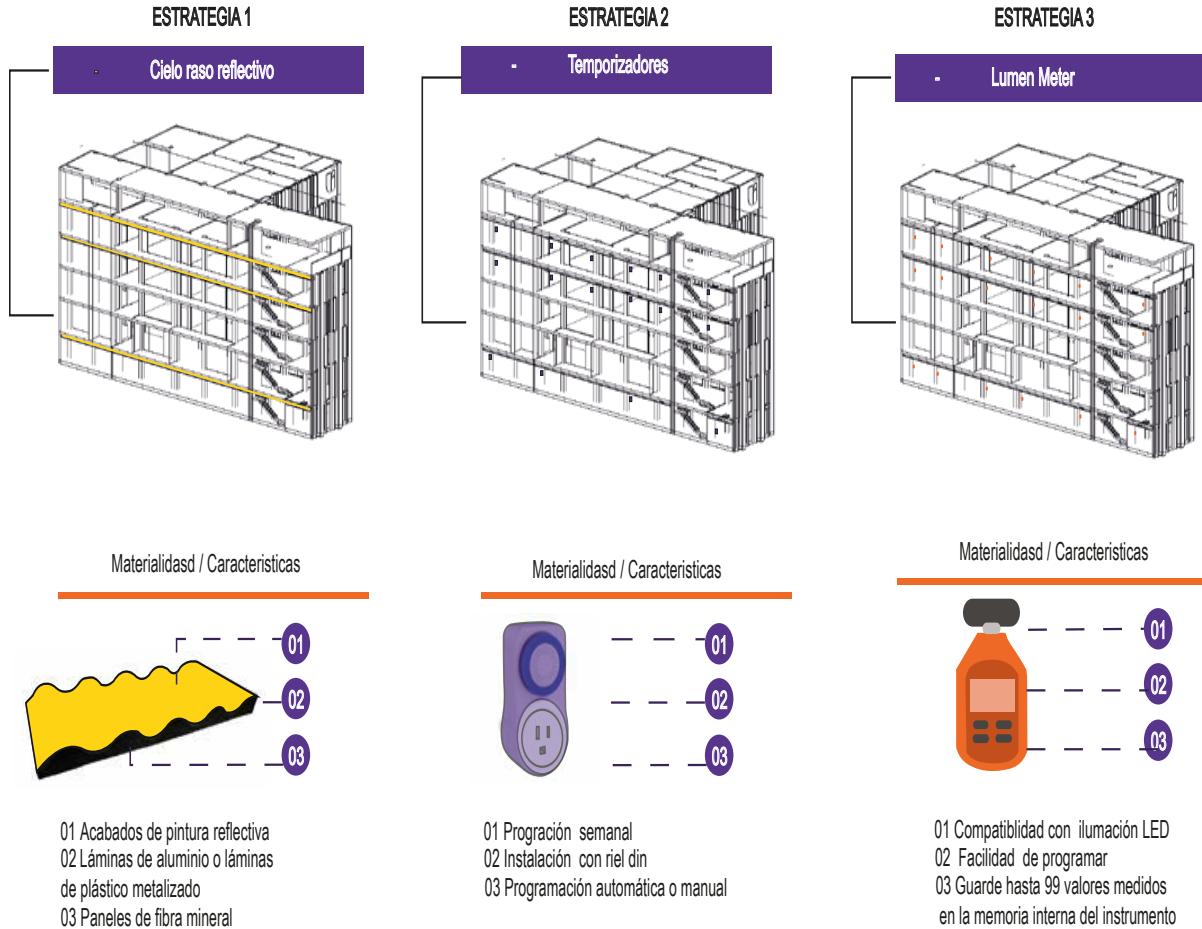
Poseen una alta capacidad para la medición de tiempo, su utilidad llegan acoplarse a múltiples circunstancias, y a su vez puede operar con un regulador. Su sistema se puede programar dependiendo la necesidad de cada usuario.

- Lumen Meter

Este dispositivo se puede emplear en la edificación puesto que mide los luxómetros el cual capta la luz incidente en la superficie específica donde se determina la cantidad de lúmenes en dicho espacio, de tal manera se puede programar el encendido de la iluminación artificial de acuerdo al análisis de lúmenes, los cuales mediante un sensor programaran el encendido de luz artificial si el nivel de lúmenes es inferior al adecuado

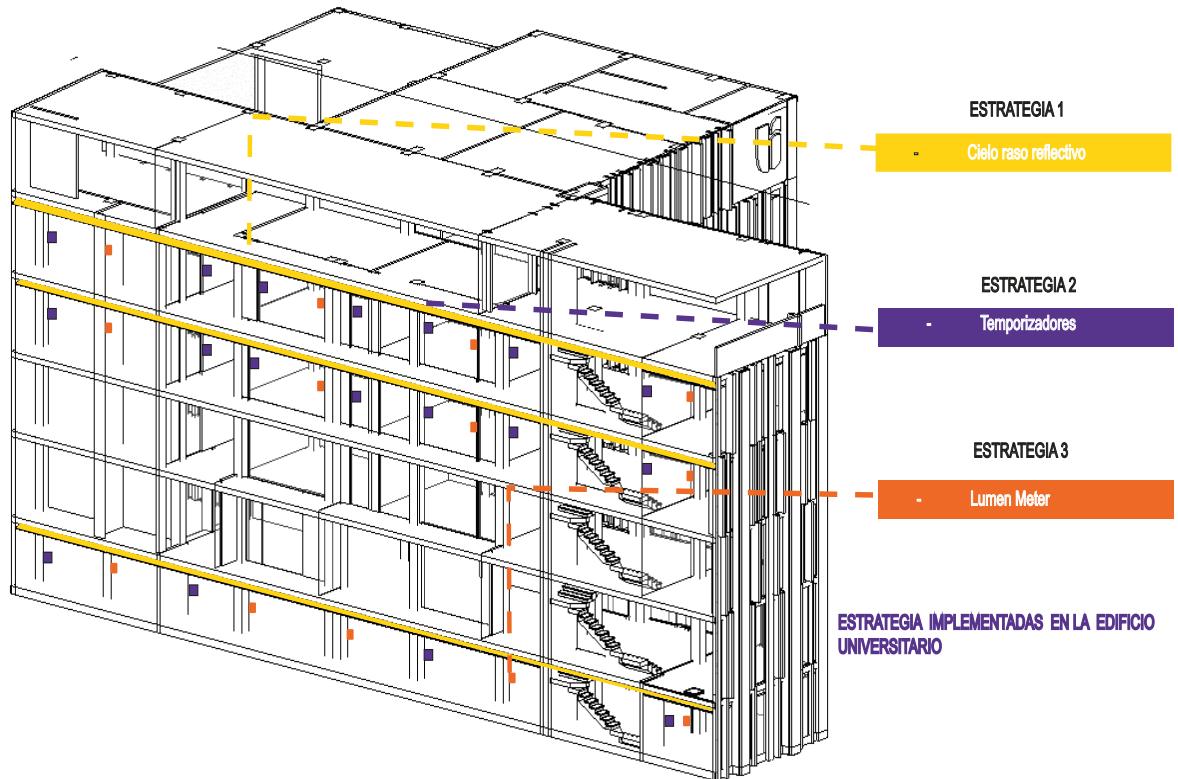
Figura 35.

Estrategias propuestas (cielo raso reflectivo + temporizadores + Lumen Meter)



Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Figura 36.
Estrategias propuestas (cielo raso reflectivo + temporizadores + Lumen Meter)



Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

-Simulación con estrategias implementadas

De esta manera una vez ya identificadas y seleccionadas las soluciones y estrategias, se procede a realizar el análisis en el plugin de Revit con las estrategias implementadas. Con

la finalidad de evaluar la mejora con las estrategias implementadas. A continuación se muestran los resultados obtenidos en cada uno de los espacios a las horas analizadas.

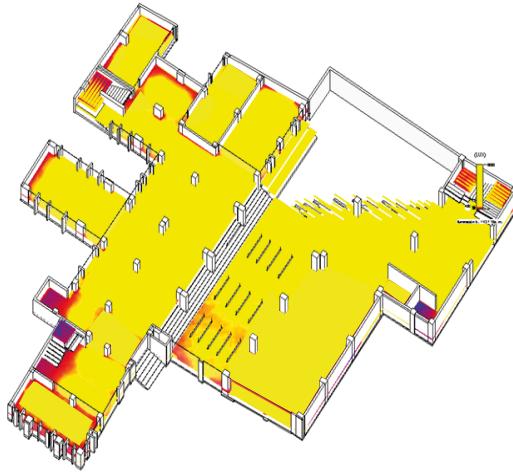
Análisis de iluminación con estrategias

Planta baja

8am

Figura 37.

Planta Baja del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta baja del edificio universitario, Revit

El análisis nos dice que a las 8am en la planta baja el 81% del área se encuentra dentro del umbral, 5% por encima de los 2000 lúmenes, posteriormente el 14% se encuentra por debajo del umbral requerido

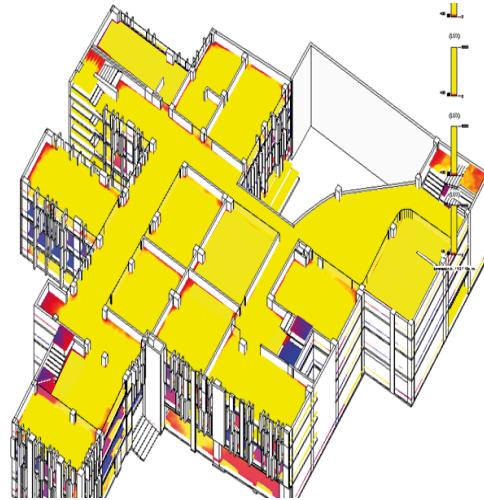
Análisis de iluminación con estrategias

Planta alta 3

8am

Figura 38.

Planta Alta 3 del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta alta 3 del edificio universitario, Revit

El análisis nos dice que a las 8am en la planta alta 3 el 86% del área se encuentra dentro del umbral, 3% por encima de los 2000 lúmenes, posteriormente el 1% se encuentra por debajo del umbral requerido

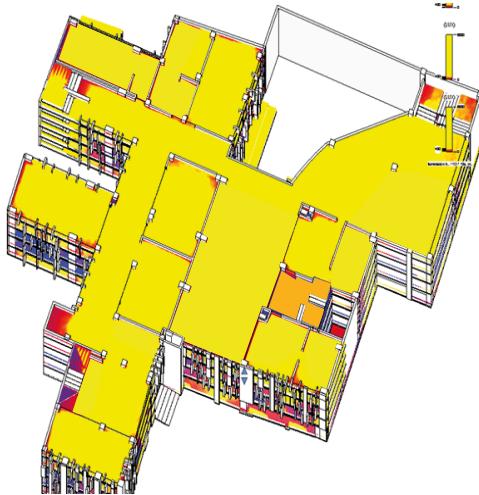
Análisis de iluminación con estrategias

Planta alta 4

8am

Figura 39.

Planta Alta 4 del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta alta 4 del edificio universitario, Revit

El análisis nos dice que a las 8am en la planta alta 4 el 82% del área se encuentra dentro del umbral, 2% por encima de los 2000 lúmenes, posteriormente el 16% se encuentra por debajo del umbral requerido

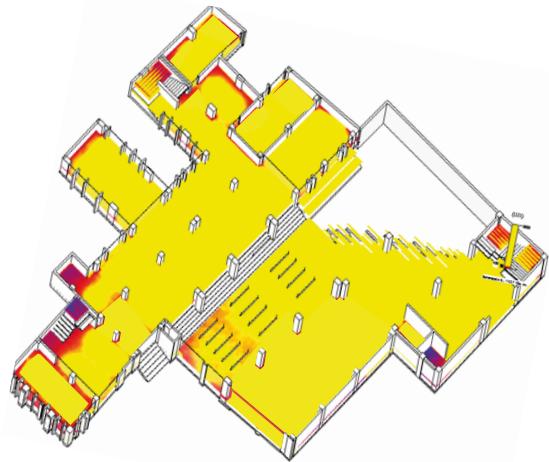
Análisis de iluminación con estrategias

Planta baja

12 pm

Figura 40.

Planta Baja del edificación Universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta baja del edificio universitario, Revit

El análisis nos dice que a las 8am en la planta baja el 82% del área se encuentra dentro del umbral, 2% por encima de los 2000 lúmenes, posteriormente el 16% se encuentra por debajo del umbral requerido

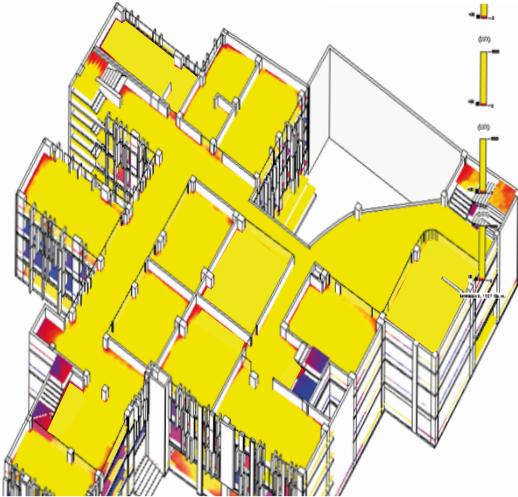
Análisis de iluminación con estrategias

Planta alta 3

12 pm

Figura 41.

Planta Alta 3 del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta alta 3 del edificio universitario ,Revit

El análisis nos dice que a las 8am en la planta alta 3 el 87% del área se encuentra dentro del umbral , 1% por encima de los 2000 lúmenes , posteriormente el 12% se encuentra por debajo del umbral requerido

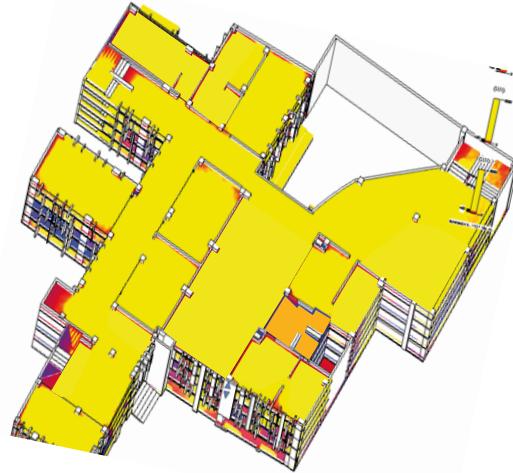
Análisis de iluminación con estrategias

Planta alta 4

12 pm

Figura 42.

Planta Alta 4 del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta alta 4 del edificio universitario ,Revit

El análisis nos dice que a las 8am en la planta alta 4 el 85% del área se encuentra dentro del umbral , 1% por encima de los 2000 lúmenes , posteriormente el 14% se encuentra por debajo del umbral requerido

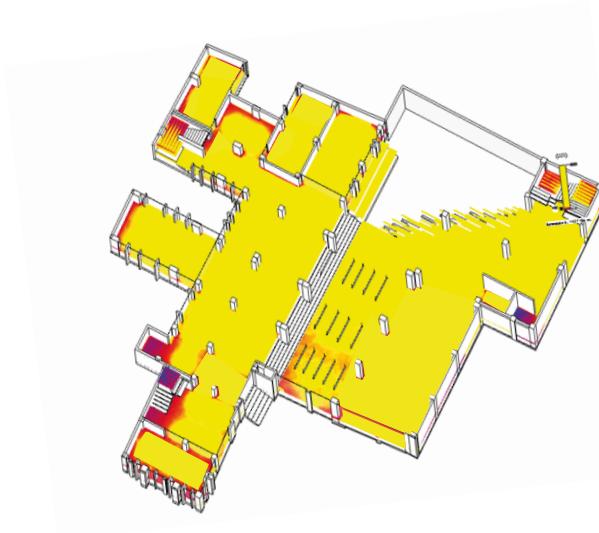
Análisis de iluminación con estrategias

Planta baja

4pm

Figura 43.

Planta Baja del edificación Universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta baja del edificio universitario, Revit

El análisis nos dice que a las 8am en la planta baja el 81% del área se encuentra dentro del umbral, 3% por encima de los 2000 lúmenes, posteriormente el 16% se encuentra por debajo del umbral requerido

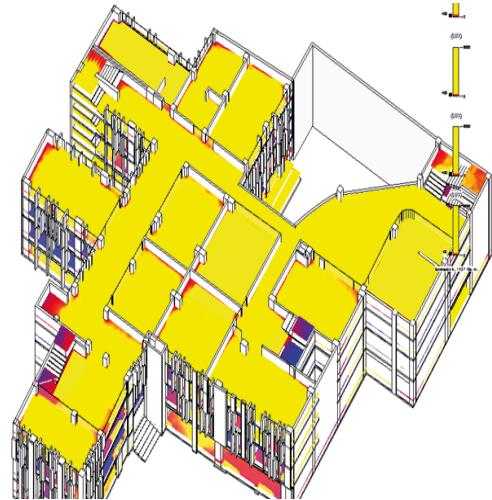
Análisis de iluminación con estrategias

Planta alta 3

4pm

Figura 44.

Planta Alta 3 del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta alta 3 del edificio universitario, Revit

El análisis nos dice que a las 8am en la planta alta 3 el 86% del área se encuentra dentro del umbral, 3% por encima de los 2000 lúmenes, posteriormente el 11% se encuentra por debajo del umbral requerido

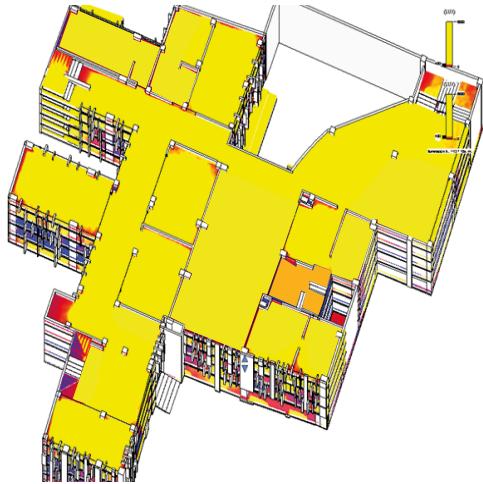
Análisis de iluminación con estrategias

Planta alta 4

4 pm

Figura 45.

Planta Alta 4 del edificación universitaria, simulación



Nota. Análisis de iluminación de la planta alta 4 del edificio universitario, Revit

El análisis nos dice que a las 8am en la planta alta 4 el 80% del área se encuentra dentro del umbral, 5% por encima de los 2000 lúmenes, posteriormente el 15% se encuentra por debajo del umbral requerido

Resultados de Análisis con la implementación de estrategias

Tabla 16

Tabla de análisis

Tabla de planificación de suelos de _InsightLighting _Iluminación con estrategias									
Análisis personalizado Resultados del edificio completo: -1,24314486980438,-78,630500793457									

11/27 8a. m.: 29% de puntos se encuentran entre 300-2000 lux (28-186 fc)

Valores solares (W/m2): 11/27 8a. m. GHI: 669, DNI:750, DHI: 54									
Nombre	Área de piso incluida en la iluminación natural	Superficie total del suelo	Resultados de umbral de 8 a. m.						
			dentro del umbral		por encima del umbral		por debajo del umbral		
			%	Área	%	Área	%	Área	
Planta Baja	922 m	922 m	81	747m	5	46m	14	129 m	
Planta alta 3	867 m	867 m	86	746m	3	29m	11	95m	
Planta alta 4	860m	860m	82	705m	2	17m	16	138m	

Tabla de planificación de suelos de _InsightLighting _Luz artificial									
Análisis personalizado Resultados del edificio completo: -1,24314486980438,-78,630500793457									

11/27 12p. m.: 31% de puntos se encuentran entre 300-2000 lux (28-186 fc)

Valores solares (W/m2): 11/27 12 p. m. GHI: 359, DNI:344, DHI: 28									
Nombre	Área de piso incluida en la iluminación natural	Superficie total del suelo	Resultados de umbral de 12 p. m.						
			dentro del umbral		por encima del umbral		por debajo del umbral		
			%	Área	%	Área	%	Área	
Planta Baja	922 m	922 m	82	756m	2	15m	16	148 m	
Planta alta 3	867 m	867 m	87	754m	1	6m	12	104m	
Planta alta 4	860m	860m	85	731m	1	7m	14	120m	

Tabla de planificación de suelos de _InsightLighting _Luz artificial									
Análisis personalizado Resultados del edificio completo: -1,24314486980438,-78,630500793457									

11/27 4p. m.: 27% de puntos se encuentran entre 300-2000 lux (28-186 fc)

Valores solares (W/m2): 11/27 4p. m. GHI: 511, DNI:706, DHI: 64									
Nombre	Área de piso incluida en la iluminación natural	Superficie total del suelo	Resultados de umbral de 4 p. m.						
			dentro del umbral		por encima del umbral		por debajo del umbral		
			%	Área	%	Área	%	Área	
Planta Baja	922 m	922 m	81	747m	3	28m	16	148 m	
Planta alta 3	867 m	867 m	86	746 m	3	26m	11	95m	
Planta alta 4	860m	860m	80	688m	5	43m	15	129m	

Nota. Tabla de analisis de la iluminacion con estrategias en horas criticas -Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Cuadro comparativo de los luxes

La investigación incluye el estudio del consumo eléctrico enfocado en la iluminación artificial del sistema de iluminación para los diferentes escenarios que contempla el edificio universitario, en base a la norma NTP 211: Iluminación en centros de trabajo.

ILUMINACIÓN NORMALIZADA EN CENTROS UNIVERSITARIOS

Las recomendaciones para los niveles de iluminación en un establecimiento universitario pueden variar según el área y el tipo de espacio dentro del edificio. Sin embargo, existen algunas pautas generales que se pueden seguir. Estas pautas a menudo se basan en los tipos de actividades que tienen lugar en cada área. Aquí hay algunas recomendaciones generales:

Tabla 17

Análisis de lúmenes según Normativa, Estado Actual , Aplicación de estrategias

Espacio	Normativa	Estado Actual	Aplicación de estrategias
Aulas y Salones de Clase:	300-500 lux	920	450
Bibliotecas y Áreas de Lectura	500-750 lux	1140	710
Laboratorios y Talleres	750-1000 lux	280	900
Pasillos y Áreas Comunes	100-300 lux	1140	225
Áreas administrativas	500-750 lux	800	600

Nota. Tabla de comparación de lúmenes según normativa , estado actual y la aplicación de estrategias -Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Tabla 18

Tabla comparativa del consumo actual y consumo proyectado

ANEXO 1 - ANALISIS DE CARGAS PROYECTADAS											
NOMBRE DEL PROYECTO : ILLUMINACIÓN EDIFICIO SIMÓ BOLÍVAR - UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA											
TABLA COMPARATIVA DE CONSUMO ACTUAL Y CONSUMO PROYECTADO											
CONSUMO ACTUAL					CONSUMO PROYECTADO						
ITEM	CIRCUITOS DE ILLUMINACIÓN		POTENCIA TOTAL (W)	DEMANDA TOTAL (KVA)		ITEM	CIRCUITOS DE ILLUMINACIÓN		POTENCIA TOTAL (W)	DEMANDA TOTAL (KVA)	
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Ph (W)				DESCRIPCIÓN	CANT.	Ph (W)		
1	PLANTA BAJA (TCI1)	1	1667	1667	0,7668	1	PLANTA BAJA (TCI1)	1	1010	1010	0,4646
3	PLANTA TRES (TCI3)	1	316	316	1,4334	3	PLANTA TRES (TCI3)	1	2108	2108	0,9697
4	PLANTA CUATRO (TCI3)	1	1884	1884	0,8666	4	PLANTA CUATRO (TCI3)	1	1384	1384	0,6366

Tabla 19

Tabla ahorro energético proyectado

AHORRO ENERGÉTICO				
	ACTUAL (KVA)	PROYECTADO (KVA)	AHORRO (KVA)	
DIARIO	4,5407	3,04244	1,4982	33%
MENSUAL	136,22	91,2732	44,947	33%
ANUAL	1634,6	1095,2784	539,36	33%



AHORRO ECONÓMICO				
	ACTUAL (KVA)	PROYECTADO (KVA)	AHORRO (KVA)	
DIARIO	0,4995	0,27382	0,225653	45%
MENSUAL	14,984	8,21459	6,76959	45%
ANUAL	179,81	98,5751	81,23508	45%



Nota. Tabla de ahorro energético proyectado -Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).



Lineamientos

Presentación

El siguiente documento posee el propósito de plantear lineamientos para la rehabilitación energética enfocada en la iluminación artificial los cuales servirán como una guía que establezcan criterios para llevar a cabo un objetivo determinado. Debido a la actual demanda que posee el tema de sostenibilidad en el ámbito de arquitectura, y el alto consumo de energía por parte de las edificaciones se planteó estos lineamientos los cuales proporcionarían instrucciones detalladas o recomendaciones para disminuir la dependencia de la iluminación artificial en el edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica. Estos lineamientos se dividirán en una parte teórica la cual ayude a comprender el objetivo principal, generalidades, definiciones y marco normativo. Finalmente se establecerá los criterios que se deben llevar a cabo para realizar una Rehabilitación energética enfocada en la iluminación artificial en una edificación.

Índice de Contenido

Objetivo.....	116
Antecedentes.....	116
Definiciones.....	117
Marco Normativo.....	118
Información Básica Previo a la propuesta de los lineamientos.....	120
Descripción del proyecto.....	121
Propuesta de lineamientos.....	122
Lineamientos.....	123
Desarrollo de los lineamientos.....	123
Definición de objetivo.....	123
Revisión de Caso de estudio.....	123
Caracterización del Edificio.....	131
Auditoría Energética Inicial enfocada en la iluminación artificial.....	138
Selección de Tecnologías y Estrategias.....	154
Análisis de Resultados.....	155
Elaboración de Recomendaciones Finales.....	156

Índice de Figuras

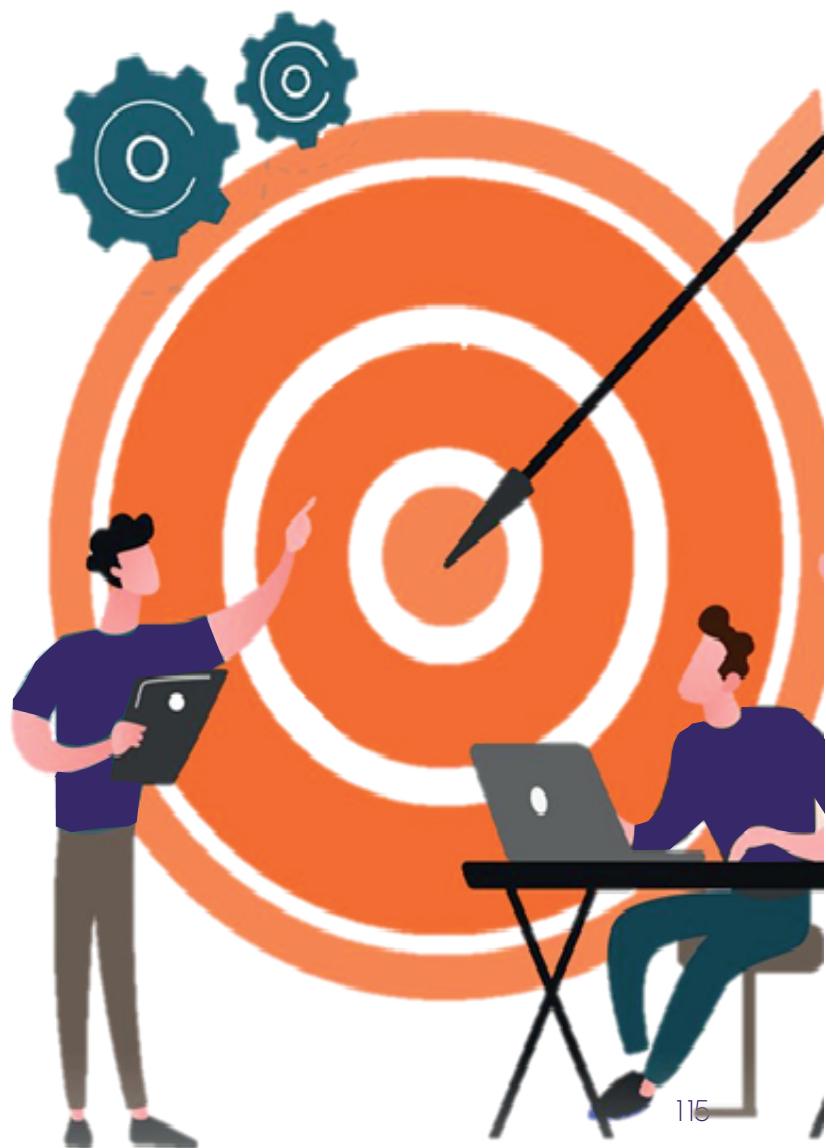
Figura 46.Ubicación Geografica.....	121
Figura 47. Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica.....	121
Figura 48. Estado Inicial delas edificaciones.....	124
Figura 49.Estado Inicial delas edificaciones.....	125
Figura 50.Estado Inicial delas edificaciones.....	125
Figura 51. Anteproyecto unidad de planeamiento UDA.....	126
Figura 52. Anteproyecto unidad de planeamiento UDA.....	126
Figura 53. Anteproyecto unidad de planeamiento UDA.....	127
Figura 54.Anteproyecto unidad de planeamiento UDA.....	127
Figura 55.Anteproyecto unidad de planeamiento UDA.....	128
Figura 56.Anteproyecto unidad de planeamiento UDA.....	128
Figura 57.Anteproyecto unidad de planeamiento UDA.....	129
Figura 58.Implementación UDA	130
Figura 59.Planta baja del edificio de la Universidad.....	131
Figura 60.Planta Alta 3 del edificio de la Universidad.....	132
Figura 61.Planta Alta 4 del edificio de la Universidad.....	133
Figura 62.Corte transversal del edificio de la Universidad.....	134

Figura 63.Planta Baja del edificación Universitaria.....	135
Figura 64.Planta Alta 3 del edificación Universitaria.....	136
Figura 65.Planta Alta 4 del edificación Universitaria.....	137
Figura 66.Estrategias propuestos.....	154

Índice deTabla

Tabla 20. Referencia para zonificación climática.....	119
Tabla 21.Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Baja.....	138
Tabla 22. Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Baja - Horas de Gasto Energético.....	140
Tabla 23.Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Alta 3.....	142
Tabla 24.Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Alta 3 - Horas de Gasto Energético.....	146
Tabla 25. Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Alta 4.....	150
Tabla 26.Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Alta 3 - Horas de Gasto Energético.....	153
Tabla 27.Análisis de lúmenes según Normativa, Estado Actual	156

GENERALIDADES



Objetivo

Proponer lineamientos para la rehabilitación energética enfocado en la reducción de la dependencia de la iluminación artificial del edificio Simón Bolívar de la Universidad Tecnológica Indoamérica fundamentada en la toma de decisiones estratégica, las cual ayude a la relevancia para trabajos futuros, donde los resultados puedan ser transferibles a otras instituciones educativas y proyectos similares.

Antecedentes

El presente trabajo contiene la información obtenida del estudio previo, realizado en el trabajo de titulación "Lineamientos para la rehabilitación energética del Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica". (Escobar,2024)

Se realiza una análisis de las definición y normativa vigente, lo cual aportara datos relevantes y a su vez propiedades específicas en el proceso de proponer lineamientos para rehabilitación energética.

Para la implementación de medidas para la eficiencia energética se plantea el usos de tecnología y cambio de materiales, lo cual para el estudio, se hace la selección a través de un simulaciones con el software Revit y su plugin de análisis de iluminación natural, dicha herramienta es empleada para el análisis del rendimiento de iluminación en la edificaciones. El complemento permite accederá los usuarios creando simulaciones de iluminación que puedan ser empleadas para la evaluación de cantidad y calidad de luz en un espacio. (Autodesk. 2023). Por otro lado, esta investigación planea orientar futuros proyectos de rehabilitación energética en edificaciones educativas, destacando la importancia de una planificación exhaustiva, la selección de tecnologías adecuadas y a su vez la continuidad en la motorización del desempeño a lo largo del tiempo.

Definiciones

Para una mejor comprensión y ejecución de la propuesta de lineamientos, en este apartado se llegara abordar definiciones relevantes que aporten en el documento

Edificio educativo: es una infraestructura al cual fue diseñada y construida con su principal propósito de facilitar el proceso de enseñanza y a su vez aprendizaje. En el cual se desarrolla actividades formales, tales como, clases, practicas, talleres y conferencias. (UNE SCO,2016)

Rehabilitación energética: se la define como el proceso de mejoramiento en la eficiencia energética de una edificación mediante distintas acciones tales como el aislamiento, instalaciones de sistemas renovables entre otros. (Martins de Almeida, 2019)

Eficiencia energética: "la eficiencia energética de un edificio se determina en función de la energía anual, calculada o real, que es consumida por el edificio con el fin de cubrir las diferentes necesidades asociadas a un uso típico y debe reflejar las necesidades de energía para calefacción y para refrigeración con el fin de mantener las condiciones de temperatura esperadas para el edificio, y la necesidad de agua caliente sanitaria". (MIETMF, 2016)

Iluminación natural: es aquella luz que proviene del sol la cual ingresa a través de aberturas tales como ventanas, claraboyas o puertas, hacia un espacio, es una fuente de luz renovable, y gratuita de alta calidad, la cual ofrece varios beneficios para el bienestar y el rendimiento académico. (Velux, 2020)

Iluminación artificial: es la luz que se llega a producir por fuentes artificiales, tales como lámparas o luminarias entre otros, la cual es empleada para iluminar un espacio debido a que la luz natural es insuficiente o a su vez no se encuentra disponible. (Enel X, 2021)

Revit: es una herramienta de la familia Autodesk la cual abarca aspectos como el diseño arquitectónico, otorgando herramientas para el diseño conceptual, como una vasta herramienta digital la cual aporta con el análisis de insight, visualizaciones en 3D, renderización en la nube y modelados arquitectónicos.

Estrategias pasivas: son aquellas que aprovechan aquellos recursos naturales los cuales ayudan a proporcionar un confort lumínico y térmico a los usuarios, sin la necesidad de emplear sistemas mecánicos. (Ortiz, Pérez, 2017)

Estrategias activas: son las que emplean sistemas mecánicos para de tal manera proporcionar confort lumínico y térmico a las edificaciones. (Ortiz, Pérez, 2017)

Lineamientos: se refiere a una guía que llega a establecer un curso de acciones o marco referencial, el cual es utilizado para definir como se debe llevar a cabo un objetivo planteado, o abordar una problemática. (Biblioteca del Congreso, 2023)

Marco Normativo

Para el desarrollo del presente documento se ha tomado en cuenta la normativa vigente, en materia de la eficiencia energética, empujando estrategias que aprovechen las condiciones de las edificaciones, empujando estrategias pasivas y activas las cuales ayuden a disminuir la dependencia de la iluminación artificial en ciertos espacios, logrando así la optimización de recursos los que permitan combatir el cambio climático y a su vez promover espacios que sean confortables para mejorar la calidad de los usuarios.

Relacionar una edificación con un sistema energético, colabora a comprender la relevancia que se posee en cada uno de sus elementos, espacios y la conexión armónica que debe tener entre ellos. Se menciona que las edificaciones tienen como complejidad, genera, recibir, almacenar y distribuir energía eléctrica y térmica de manera eficaz e inteligente. Para Díaz (2005) un proyectista define el futuro energético de un edificio de por vida. Por lo cual es importante tomar en consideración los datos climáticos de la ubicación de la edificación, comprender las características constructivas, y el desarrollo de actividades que se llevan a cabo, para de este modo poder llegar a un balance energético óptimo.

Exactamente la eficiencia energética abarca de manera inteligente la gestión de recursos, promoviendo un consumo responsable, con mejor planificación. Hoy en día busca crear marcos específicos de normativa.

La Normativa Ecuatoriana de Construcción (NEC) de Eficiencia Energética (EE) con el código NEC-HS-EE, puesto en vigencia partir del año de 2018, la NEC el capítulo 11 y a su vez NTE INEN 2506:2009 de eficiencia energética del año 2011, con el propósito de promover la eficiencia en el diseño, sostenibilidad y construcciones de edificaciones. Estas tres normas buscan mitigar el consumo de combustible fósil y los recursos no renovables, además de disminuir la emisión de gases de efecto invernadero.

Están vigentes para edificaciones y a su vez nuevas construcciones, de igual manera para la rehabilitación de superficies útiles superior a 1000 m². El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable y el INEN son las instituciones gubernamentales que poseen la responsabilidad del control en su ejecución, para lo cual menciona la necesidad que todo proyecto posea una memoria técnica la cual justifique los distintos aspectos considerados y también su grado de cumplimiento correspondiente al marco normativo vigente de igual manera las estrategias adoptadas.

Es necesario considerar los dos tipos de energía que intervienen en el funcionamiento de una edificación. La primera es la que posee su origen en la naturaleza, y la energía final que proviene de la transformación de la primaria. En Ecuador dicha energía proviene en un 58% de las hidroeléctricas según los datos proporcionados, por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER, 2015).

Las edificaciones deben optimizar el recurso energético. El parámetro usado a nivel mundial para calificar el desenvolvimiento es la cantidad de emisiones de Dióxido de carbono (CO₂) que genera la edificación hacia la atmósfera. La energía final con mayores emisiones en CO₂ es la eléctrica por tal motivo debe existir un mayor cuidado en los diseños de edificaciones los cuales deben estar fundamentados en la reducción del consumo energético y de su uso. (Szokolay 2004).

Ecuador es un país biodiverso el cual se define por poseer zonas climáticas establecidas, las cuales se encuentran bien marcadas, donde cada una de ellas posee distintas características climáticas, las cuales pueden ser aprovechadas por distintas estrategias.

Para la aplicación de la normativa ecuatoriana se debe tomar en cuenta la identificación de las zonas climáticas de la localidad donde se pretende implantar una edificación, como se puede observar en la tabla 1

Tabla 20.

Referencia para zonificación climática

ZONA CLIMÁTICA (Ecuador)	ZONA CLIMÁTICA (ASHRAE 90.1)	NOMBRE	CRITERIO TÉRMICO
1	1A	HÚMEDA MUY CALUROSA	$5000 < CDD10^{\circ}C$
2	2A	HÚMEDA CALUROSA	$3500 < CDD10^{\circ}C \leq 5000$
3	3C	CONTINENTAL LLUVIOSA	$CDD10^{\circ}C \leq 2500$ y $HDD18^{\circ}C \leq 2000$
4	4C	CONTINENTAL TEMPLADO	$2000 < HDD18^{\circ}C \leq 3000$

Nota. Tabla tomada del reglamento técnico ecuatoriano RTE-INEN-O36 Eficiencia energética

De acuerdo a esta clasificación se puede mencionar que la ciudad de Ambato indica un clima "continental templado" el cual pertenece a la zona climática 4.

Información Básica Previo a la Propuesta de los lineamientos



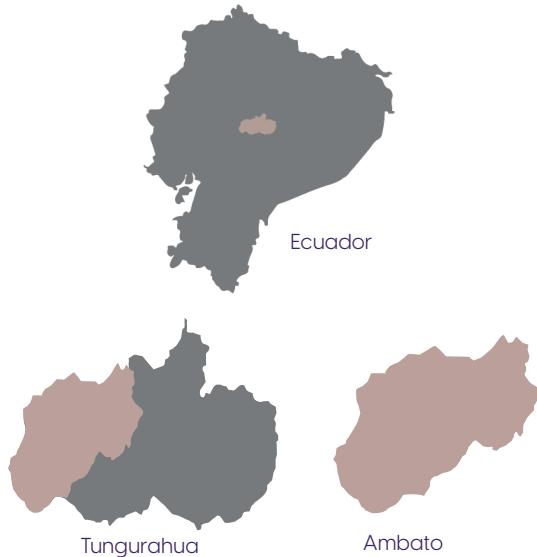
Descripción del proyecto

Para iniciar esta investigación se debe definir la ubicación del proyecto , (Ver figura 1), el cual ayudara definir los lineamientos para la rehabilitación energética en edificaciones educativas .

Para el desarrollo de la propuesta de lineamientos se toma como caso de Estudio al edificio Simón Bolívar de la Universidad Tecnológica Indoamérica , (Ver figura 2), trabajo analizado en el proyecto de integración curricular. "Lineamientos para la rehabilitación energética del Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica". (Escobar,2024)

El edificio se encuentra ubicado en el centro de la ciudad de Ambato-Ecuador , en las calles Quito y Simón Bolívar, dicha edificación cuenta con 6 plantas arquitectónicas , las cuales el principal material ejecutado es el hormigón, donde se desarrollan actividades académicas y administrativas .

Figura 46.
Ubicación Geografica



Nota. Elaborado por. Jessica Escobar

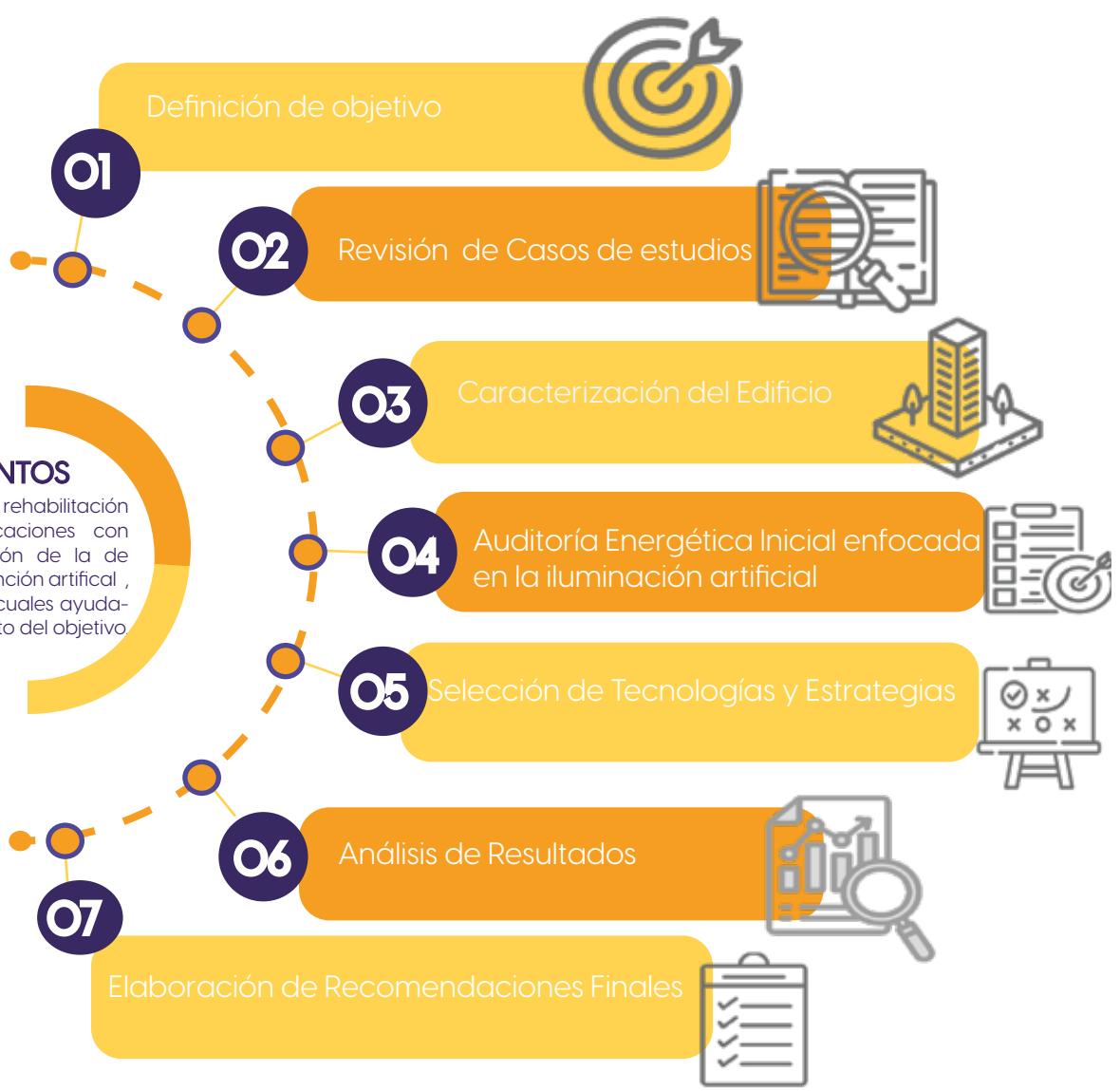
Figura 47
Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica



Nota. Tomada por. Jessica Escobar

Propuesta de Lineamientos





LINEAMIENTOS

Planteados para la rehabilitación energética en edificaciones con enfoque a la reducción de la dependencia de la iluminación artificial, son los siguientes los cuales ayudarán con el cumplimiento del objetivo.

A continuación se presenta el desarrollo de cada lineamiento en el Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamé-

1.-Definición de objetivo



Reducir en el consumo energético enfocado en la iluminación artificial

2.-Revisión de Caso de estudio



Identificar las mejores prácticas a través de un análisis de casos de estudios.
Se ejecuta un análisis de referente del siguiente equipamiento educativo.

- **Edificios de aulas y laboratorios E1-E2 de la Universidad de Azuay**

Objetivo

1. Crear un diseño de edificación educacional en Ecuador donde se logre:
 - Mitigar las emisiones de CO2
 - Producir su propia energía
 - Mejorar el bienestar para los usuarios
2. Introducir los 15 principios de Eficiencia Energética y Confort Adaptativo (EECA) en edificios.
3. Contribución entre el equipo de la Universidad del Azuay y el equipo de CEEL.

Figura 48

Estado Inicial de las edificaciones



Nota. Información apartada del equipo de la Universidad del Azuay

Figura 49

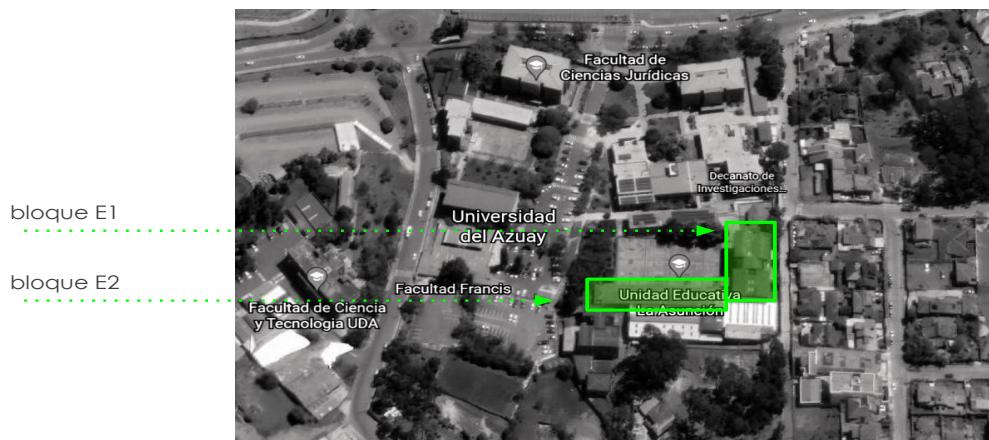
Estado Inicial de las edificaciones



Nota. Información apartada del equipo de la Universidad del Azuay

Figura 50

Estado Inicial de las edificaciones

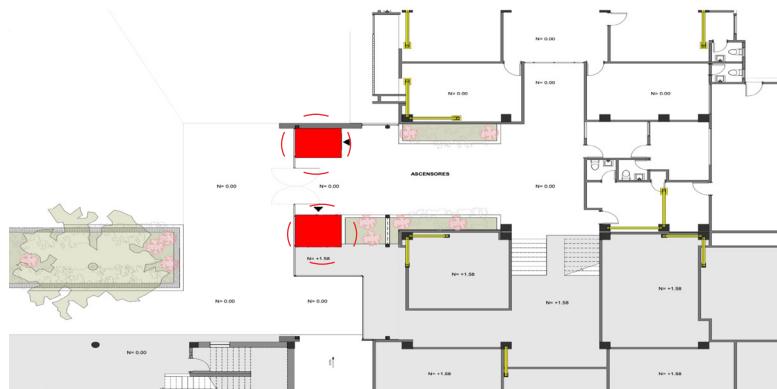


Nota. Información apartada del equipo de la Universidad del Azuay

Figura 51

Anteproyecto unidad de planeamiento UDA

Accesibilidad Universal

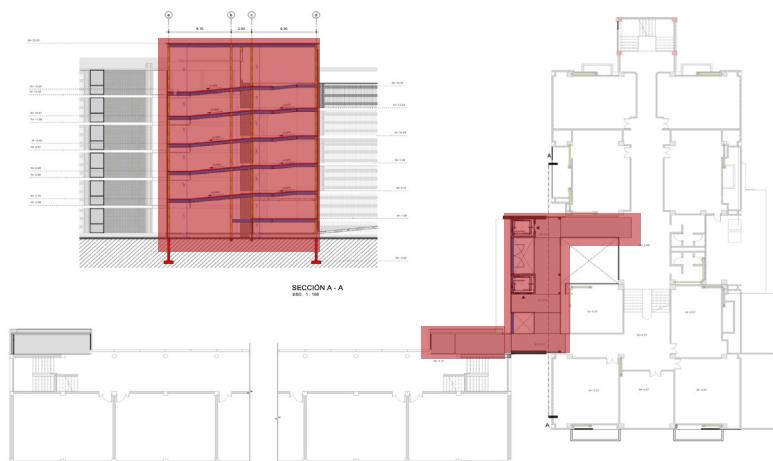


Nota. Información apartada del equipo de la Universidad del Azuay

Figura 52

Anteproyecto unidad de planeamiento UDA

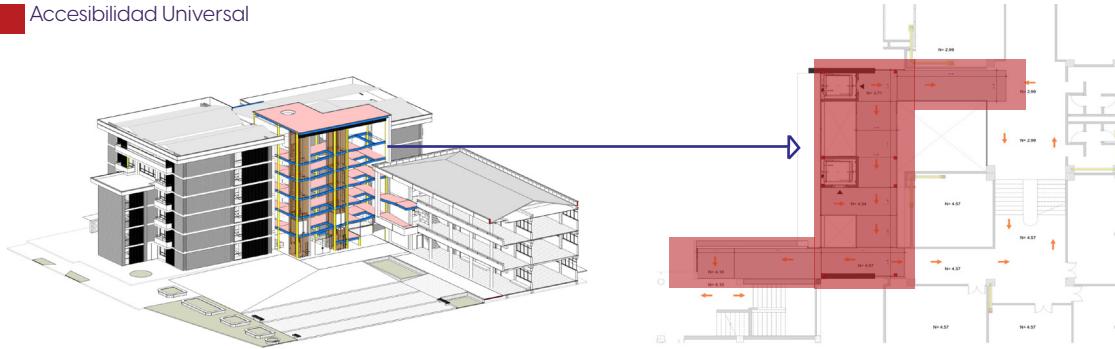
Accesibilidad Universal



Nota. Información apartada del equipo de la Universidad del Azuay

Figura 53
Anteproyecto unidad de planeamiento UDA

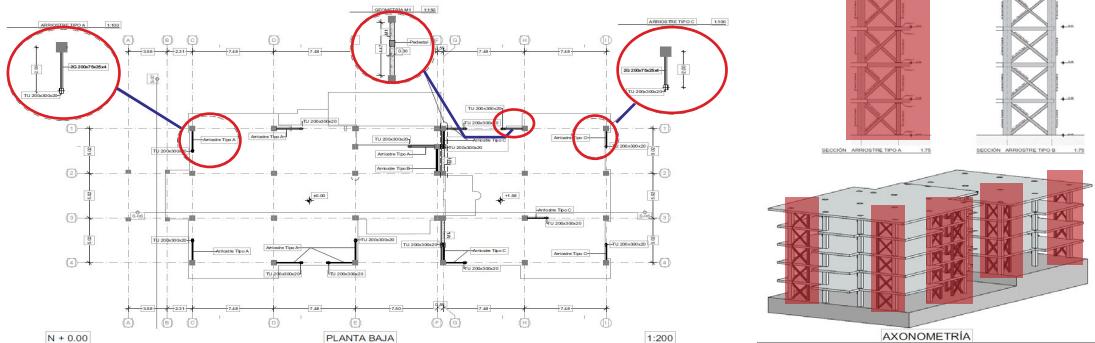
■ Accesibilidad Universal



Nota. Información apartada del equipo de la Universidad del Azuay

Figura 54
Anteproyecto unidad de planeamiento UDA

○ Refuerzo Estructural



Nota. Información apartada del equipo de la Universidad del Azuay

Características del Diseño

Priorización
Estrategias

De forma general se rescato principalmente las siguientes:

- Autoproducción de energía ●
- Control de la radiación solar ●
- Proyecto de espacios exteriores ●

Figura 55
Anteproyecto unidad de planeamiento UDA



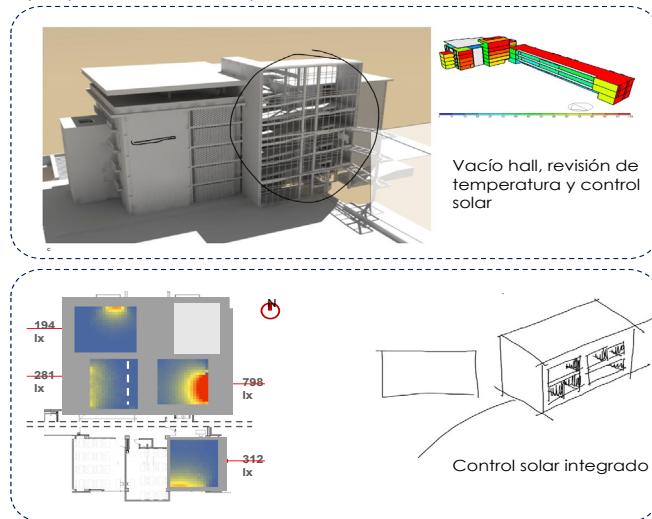
Nota. Información apartada del equipo de la Universidad del Azuay

Figura 56
Anteproyecto unidad de planeamiento UDA

Características del Diseño

Decisión

La elección de estrategias que puedan convertirse en medias del diseño principal



Nota. Información apartada del equipo de la Universidad del Azuay

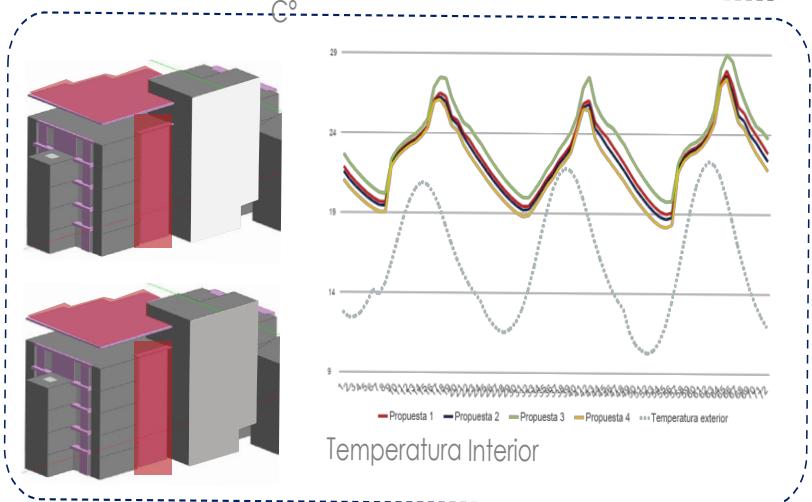
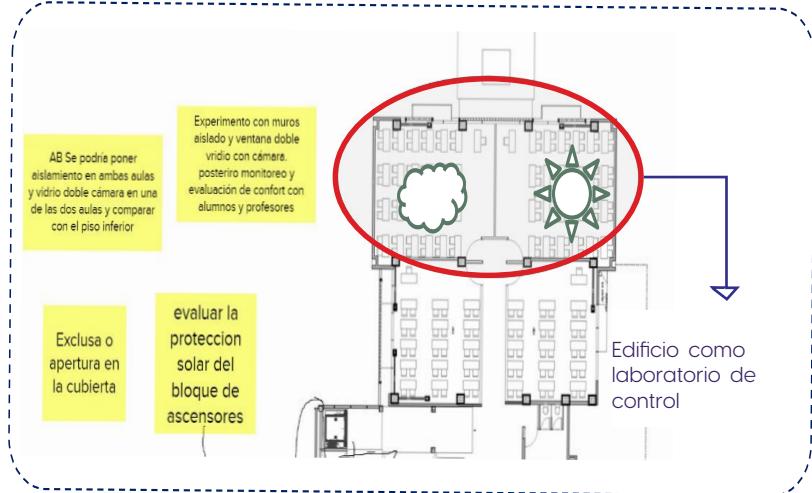
Figura 57

Anteproyecto unidad de planeamiento UDA

Características del Diseño

Decisión

La elección de estrategias que puedan convertirse en medias del diseño principal



Nota. Información apartada del equipo de la Universidad del Azuay

PRACTICAS

Reutilización del lugar existen, en vez de la demolición la estructura existente

El reciclaje y el empleo de materiales locales

·Ventanas corrediza

En cada aula y espacio administrativo se procede a la colocación de equipos innovadores eléctricos y luminaria de alta eficiente para menorar el consumo energético

RESULTADOS ESPERADOS

1. Showcases

Creación y fortalecimiento de capacidades en el diseño de edificios de alta eficiencia energética y confort térmico.

2. Capacitación y comunicación

Creación y fortalecimiento de capacidades tecnológicas y materiales locales. Intercambio de conocimientos.

3. Marco regulatorio

Creación y fortalecimiento de capacidades en regulación

Figura 58

Implementación UDA

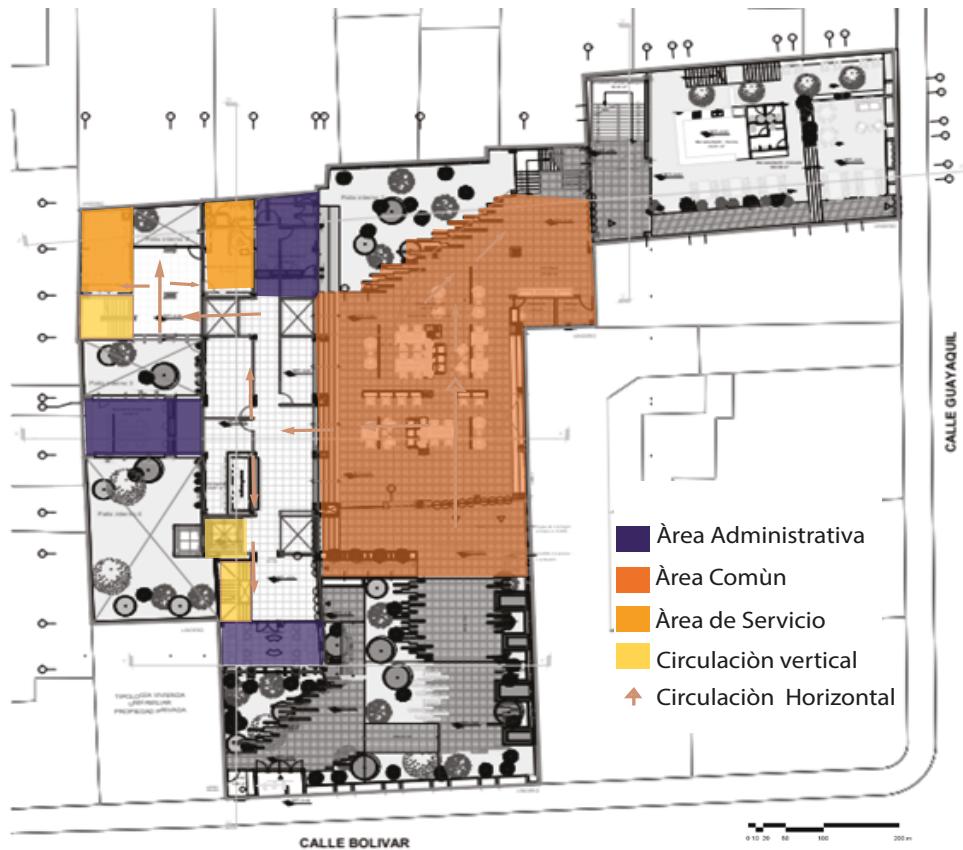


Nota. Información apartada del equipo de la Universidad del Azuay

3.-Caracterización del Edificio



Figura 59.
Planta baja del edificio de la Universidad



Nota. Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica planta baja-zonificación -Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Figura 60.
Planta Alta 3 del edificio de la Universidad



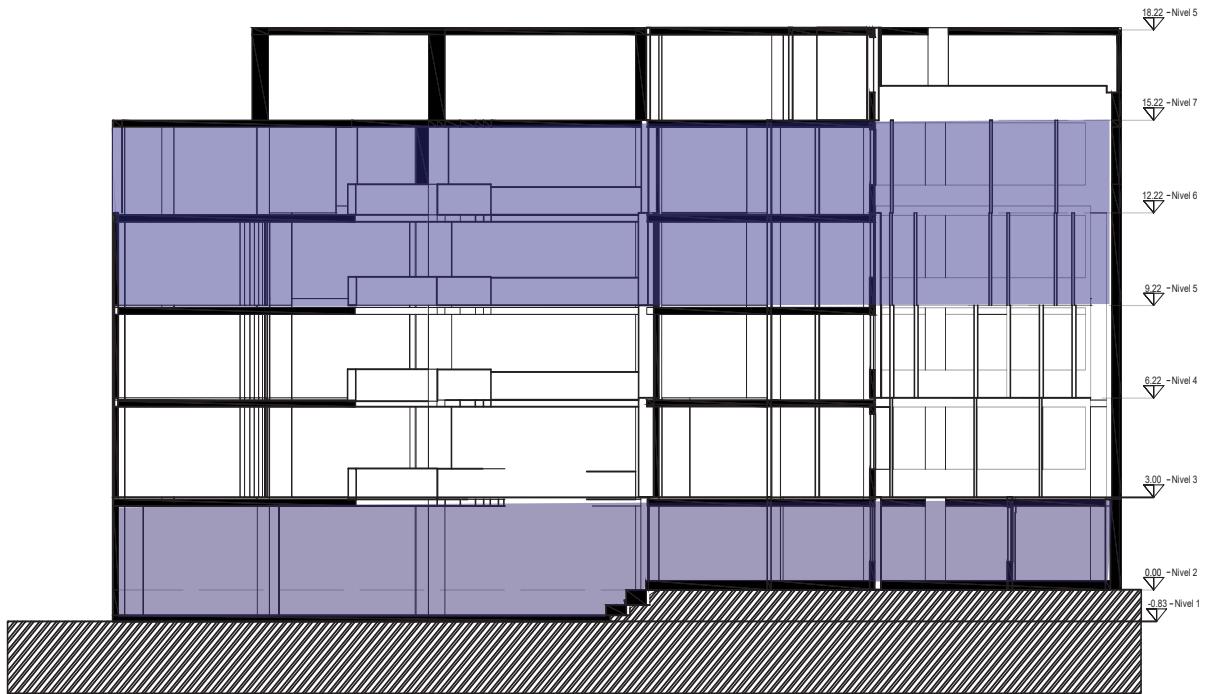
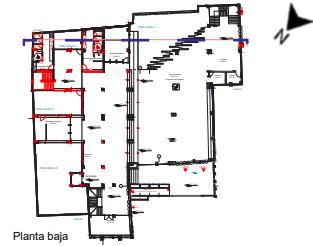
Nota. Edificio Sim3n Bol3var de la Universidad Indoam3rica planta alta 3 -zonificaci3n -Elaborado por: J3ssica Escobar (2024).

Figura 61.
Planta Alta 4 del edificio de la Universidad



Nota. Edificio Sim3n Bol3var de la Universidad Indoam3rica planta alta 4 -zonificaci3n -Elaborado por: J3ssica Escobar (2024).

Figura 62.
Corte transversal del edificio de la Universidad identificación de los espacios analizar

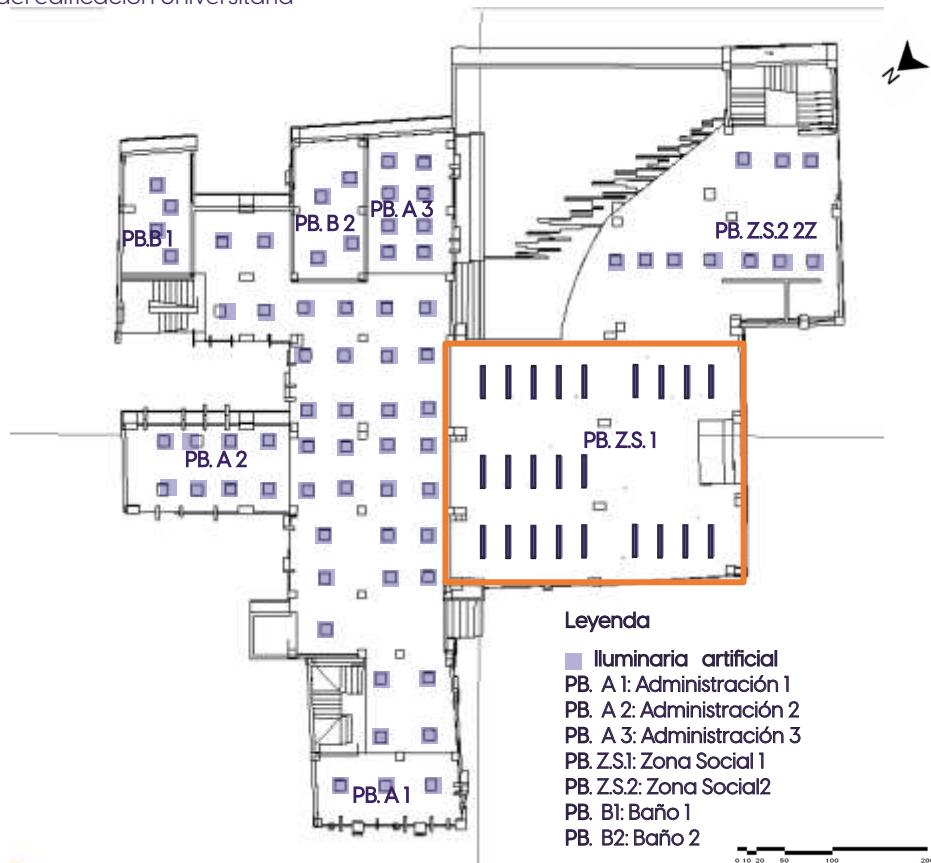


0 10 20 50 100 200 m

Nota. Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica planta baja- Corte-Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

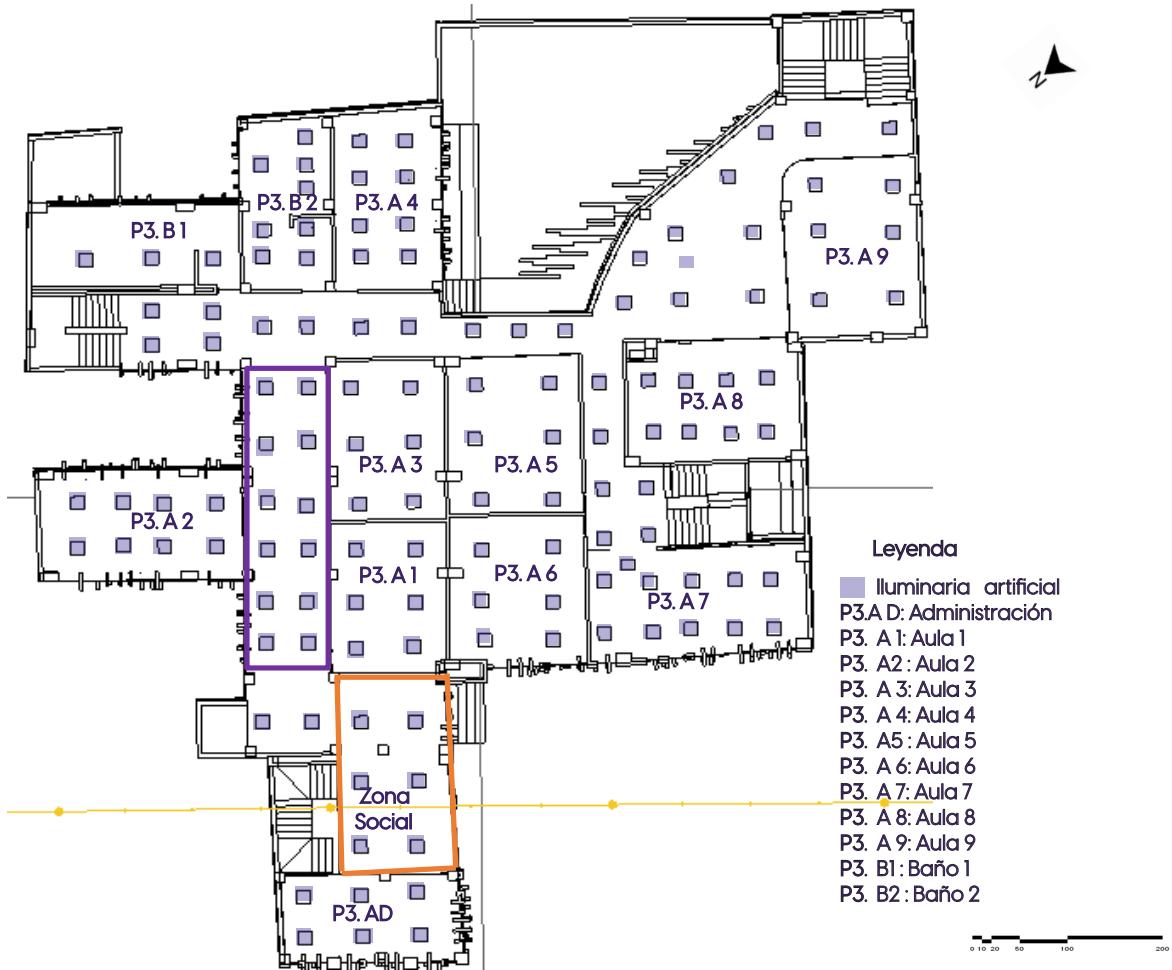
Se identifica la ubicación de la luminaria artificial, en los niveles analizar, Planta baja ver (figura 63), (figura 64), Planta alta 3 (figura 65), (figura 66), (figura 67), Planta alta 4 (figura 68), (figura 69), (figura 70)

Figura 63.
Planta Baja del edificación Universitaria



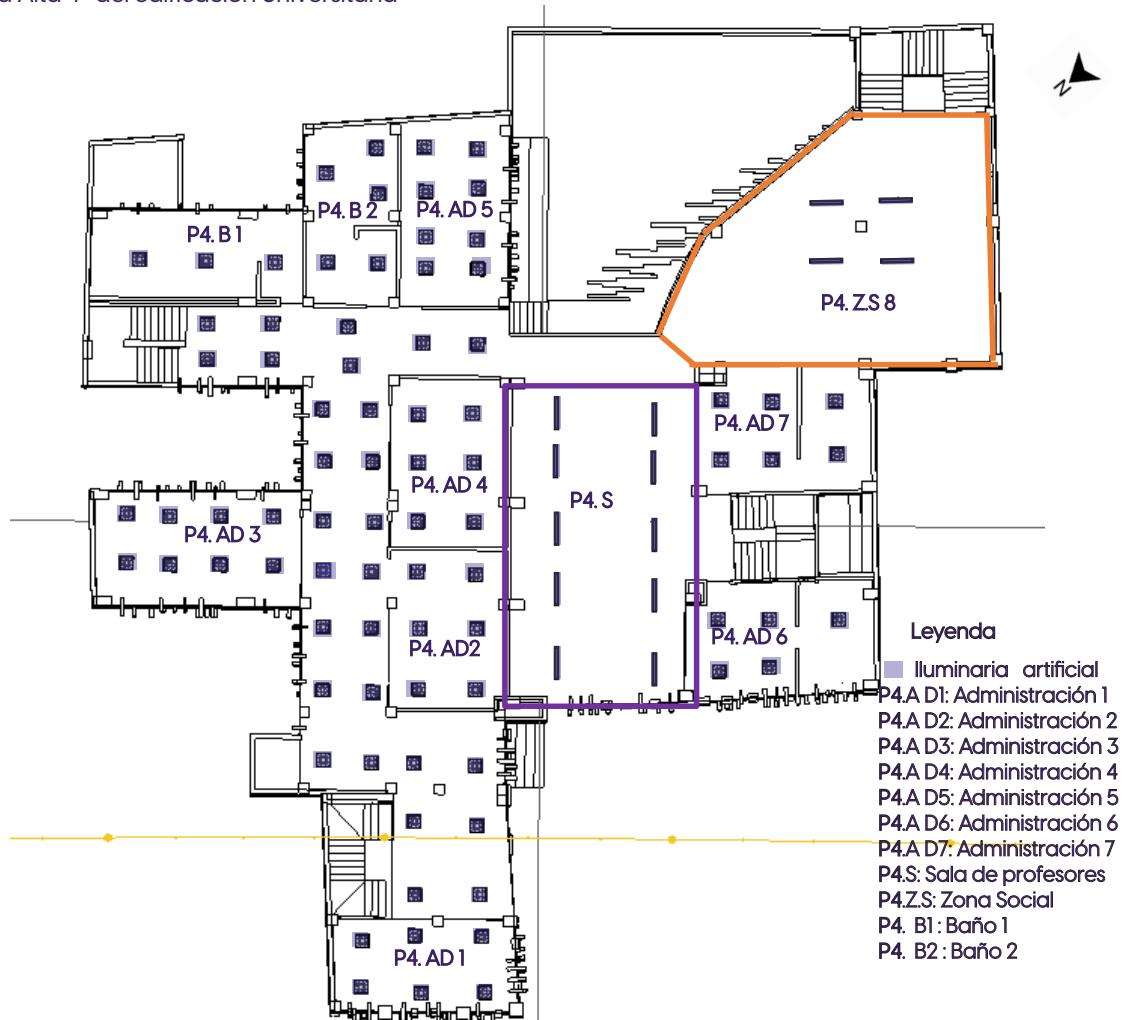
Nota. Identificación de la luminaria artificial planta baja del Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamericana -Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Figura 64.
Planta Alta 3 del edificación Universitaria



Nota. Identificación de la luminaria artificial planta baja del Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamericana -Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Figura 65.
Planta Alta 4 del edificación Universitaria



Nota. Identificación de la luminaria artificial planta alta del Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamerica
Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

4.-Auditoría Energética Inicial enfocada en la iluminación artificial



Evaluar el rendimiento actual del edificio, a través de la identificación de las horas críticas y espacios que se encuentran con mayor dependencia de la iluminación artificial

Tabla 21

Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Baja

FICHAS DE OBSERVACIÓN DEL SOPORTE ENERGÉTICO DEL EDIFICIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA			
LOCALIZACIÓN			
PROVINCIA	CANTÓN		CALLE
TUNGURAHUA	AMBATO		AV. SIMÓN BOLÍVAR Y QUITO
PLANTA BAJA NIVEL (NPT) -0,83			
ZONAS	TIPO DE ILUMINACIÓN	NÚMERO DE UNIDADES	INTERPRETACIÓN
ÁREA COMÚN			
		35	La zona corresponde a una área común de la edificación dicha, fotografía fue tomada a las 16 : 24 pm del día 14 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela el déficit de la iluminación natural en dicho espacio, por ende se debe ser ayudada con iluminación artificial para crear un confort visual para los usuarios.
LUMINARIA LED BATTEN			
ÁREA ADMINISTRATIVA 1			
		3	La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología
PLAFÓN			
ÁREA ADMINISTRATIVA 2			
		8	La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología
PLAFÓN			

ÁREA ADMINISTRATIVA 3



8

La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología

PLAFÓN

ÁREA DE SERVICIO 1



4

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela la poderosa dependencia de la iluminación para dicho espacio, para su debido funcionamiento. Dicho espacio de uso indispensable por lo cual su dependencia de iluminación artificial es elevada

PLAFÓN

ÁREA DE SERVICIO 2



4

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela la poderosa dependencia de la iluminación para dicho espacio, para su debido funcionamiento. Dicho espacio de uso indispensable por lo cual su dependencia de iluminación artificial es elevada

PLAFÓN

CIRCULACIÓN



37

La zona corresponde a una área de circulación de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela que para la zona de circulación se debe mantener encendido la iluminación artificial

PLAFÓN

TOTAL

99

Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Tabla 22.

Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Baja - Horas de Gasto Energético

FICHAS DE OBSERVACIÓN DEL SOPORTE ENERGÉTICO DEL EDIFICIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA			
PLANTA BAJA NIVEL (NPT) -0,83			
ZONAS			
ÁREA COMÚN / HORAS DE GASTO ENERGÉTICO			INTERPRETACIÓN
			<p>La zona corresponde a una área común de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela el déficit de la iluminación natural en ciertas horas de la mañana, donde se puede visualizar que se necesita de la iluminación artificial para llevar a cabo las actividades en el espacio</p>
8:00 a.m.	12 p.m	16 p.m	
ÁREA ADMINISTRATIVA 2 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO			
			<p>La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela déficit de la iluminación natural en ciertas horas de la mañana por lo que necesitan de la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la</p>
8:00 a.m.	12 p.m	16 p.m	
ÁREA ADMINISTRATIVA 3 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO			
			<p>La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela déficit de la iluminación natural en ciertas horas de la mañana por lo que necesitan de la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la</p>
8:00 a.m.	12 p.m	16 p.m	

ÁREA DE SERVICIO 1 / HORAS DE CONSUMO ENÉRGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m.



16 p.m.

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela el déficit de la iluminación natural en ciertas horas de la mañana por lo que necesitan de la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades

ÁREA DE SERVICIO 2 / HORAS DE CONSUMO ENÉRGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m.



16 p.m.

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela el déficit de la iluminación natural en ciertas horas de la mañana por lo que necesitan de la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades

CIRCULACIÓN / HORAS DE CONSUMO ENÉRGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m.



16 p.m.

La zona corresponde a una área de circulación de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela que para la zona de circulación se debe mantener encendido la iluminación artificial en ciertas horas de día lo cual indica el grado de dependencia

Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Tabla 23

Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Alta 3

FICHAS DE OBSERVACIÓN DEL SOPORTE ENERGÉTICO DEL EDIFICIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA			
LOCALIZACIÓN			
PROVINCIA	CANTÓN		CALLE
TUNGURAHUA	AMBATO		AV. SIMÓN BOLÍVAR Y QUITO
PLANTA ALTA 3 NIVEL (NPT) 9,22			
ZONAS	TIPO DE ILUMINACIÓN	NÚMERO DE UNIDADES	INTERPRETACIÓN
ÁREA COMÚN			
		6	La zona corresponde a una área común de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio no emplea mayor uso de la iluminación artificial.
ÁREA ADMINISTRATIVA 1			
		6	La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología
AULA 1			
		6	La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

AULA 2



PLAFÓN

6

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

AULA 3



PLAFÓN

8

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

AULA 4



PLAFÓN

8

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

AULA 5



PLAFÓN

6

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

AULA 6



6

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

PLAFÓN

AULA 7



10

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

PLAFÓN

AULA 8



8

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

PLAFÓN

AULA 9



6

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

PLAFÓN

CIRCULACIÓN



PLAFÓN

41

La zona corresponde a una área de circulación de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio no emplea mayor uso de la iluminación artificial

ÁREA DE SERVICIO 1



PLAFÓN

3

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 14 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela la poderosa dependencia de la iluminación para dicho espacio, para su debido funcionamiento. Dicho espacio de uso indispensable por lo cual su dependencia de iluminación artificial es elevada

ÁREA DE SERVICIO 2



PLAFÓN

8

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela la poderosa dependencia de la iluminación para dicho espacio, para su debido funcionamiento. Dicho espacio de uso indispensable por lo cual su dependencia de iluminación artificial es elevada

TOTAL

120

Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Tabla 24.

Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Alta 3 - Horas de Gasto Energético

FICHAS DE OBSERVACIÓN DEL SOPORTE ENERGÉTICO DEL EDIFICIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA			
PLANTA ALTA 3 NIVEL (NPT) 9,22			
ZONAS			
ÁREA COMÚN / HORAS DE GASTO ENERGÉTICO			INTERPRETACIÓN
 <p>8:00 a.m.</p>	 <p>12 p.m.</p>	 <p>16 p.m.</p>	<p>La zona corresponde a una área común de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que en horas de la mañana dicho espacio no emplea mayor uso de la iluminación artificial</p>
ÁREA ADMINISTRATIVA 1 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO			
 <p>8:00 a.m.</p>	 <p>12 p.m.</p>	 <p>16 p.m.</p>	<p>La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial en horas de la mañana para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología</p>
AULA 1 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO			
 <p>8:00 a.m.</p>	 <p>12 p.m.</p>	 <p>16 p.m.</p>	<p>La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de iluminación natural por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente</p>

AULA 2 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m.



16 p.m.

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de un nivel adecuado de iluminación natural, en horas de la mañana por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente.

AULA 3 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m.



16 p.m.

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de un nivel adecuado de iluminación natural, en horas de la mañana por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente.

AULA 4 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m.



16 p.m.

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de un nivel adecuado de iluminación natural, en horas de la mañana por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente.

AULA 5 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m.



16 p.m.

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de un nivel adecuado de iluminación natural, en horas de la mañana por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente.

AULA 6 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m.



16 p.m.

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de un nivel adecuado de iluminación natural, en horas de la mañana por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

AULA 7 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m.



16 p.m.

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de un nivel adecuado de iluminación natural, en horas de la mañana por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

AULA 8 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m.



16 p.m.

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de un nivel adecuado de iluminación natural, en horas de la mañana por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

AULA 9 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m.



16 p.m.

La zona corresponde a una aula de la edificación dicha, fotografías fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio carece de un nivel adecuado de iluminación natural, en horas de la mañana por ende depende de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las actividades sin esforzar la vista de los usuarios y llevar a cabo las actividades correctamente

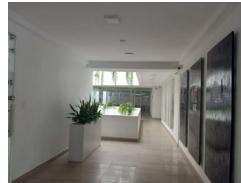
CIRCULACIÓN / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m



16 p.m

La zona corresponde a una área de circulación de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio en las horas de la mañana, no emplea mayor uso de la iluminación artificial.

ÁREA DE SERVICIO 1 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m



16 p.m

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela la poderosa dependencia de la iluminación para dicho espacio, en las horas de la mañana, para su debido funcionamiento. Dicho espacio de uso indispensable por lo cual su dependencia de iluminación artificial es elevada

ÁREA DE SERVICIO 2 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO



8:00 a.m.



12 p.m



16 p.m

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela la poderosa dependencia de la iluminación para dicho espacio, en las horas de la mañana, para su debido funcionamiento. Dicho espacio de uso indispensable por lo cual su dependencia de iluminación artificial es elevada

Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Tabla 25

Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Alta 4

FICHAS DE OBSERVACIÓN DEL SOPORTE ENERGÉTICO DEL EDIFICIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA			
LOCALIZACIÓN			
PROVINCIA	CANTÓN		CALLE
TUNGURAHUA	AMBATO		AV. SIMÓN BOLÍVAR Y QUITO
PLANTA ALTA 4 NIVEL (NPT) 12,22			
ZONAS	TIPO DE ILUMINACIÓN	NÚMERO DE UNIDADES	INTERPRETACIÓN
ÁREA COMÚN			
	 LUMINARIA LED BATTEN	6	La zona corresponde a una área común de la edificación dicha, fotografía fue tomada a día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio no emplea mayor uso de la iluminación artificial
OFICINA 1			
	 PLAFÓN	6	La zona corresponde a oficinas de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología
OFICINA 2			
	 PLAFÓN	6	La zona corresponde a oficinas de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología

SALA DE PROFESORES



LUMINARIA LED BATTEN

10

La zona corresponde a la sala de profesores de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que

ÁREA ADMINISTRATIVA 1

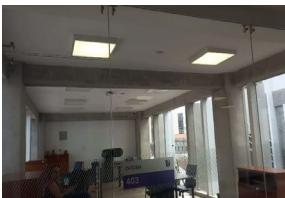


PLAFÓN

8

La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología

ÁREA ADMINISTRATIVA 2



PLAFÓN

8

La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología

ÁREA ADMINISTRATIVA 3



PLAFÓN

8

La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología

ÁREA ADMINISTRATIVA 3



8

PLAFÓN

La zona corresponde a una área administrativa de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial para llevar a cabo actividades que conlleva la utilización de tecnología

ÁREA DE SERVICIO 1



3

PLAFÓN

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela la poderosa dependencia de la iluminación para dicho espacio, para su debido funcionamiento. Dicho espacio de uso indispensable por lo cual su dependencia de iluminación artificial es

ÁREA DE SERVICIO 2



3

PLAFÓN

La zona corresponde a una área de servicio de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, a través de ficción de observador, se revela la poderosa dependencia de la iluminación para dicho espacio, para su debido funcionamiento. Dicho espacio de uso indispensable por lo cual su dependencia de iluminación artificial es elevada

CIRCULACIÓN



28

PLAFÓN

La zona corresponde a una área de circulación de la edificación dicha, fotografía fue tomada a el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio no emplea mayor uso de la iluminación artificial.

TOTAL

94

Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Tabla 26.

Fichas de observación del soporte energético del Edificio Simón Bolívar Planta Alta 3 - Horas de Gasto Energético

FICHAS DE OBSERVACIÓN DEL SOPORTE ENERGÉTICO DEL EDIFICIO SIMÓN BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA			
PLANTA ALTA 4 NIVEL (NPT) 12,22			
ZONAS			
ÁREA COMUN / HORAS DE GASTO ENERGÉTICO			INTERPRETACIÓN
			La zona corresponde a una área común de la edificación dicha, fotografía fue tomada a día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela que dicho espacio no emplea mayor uso de la iluminación artificial, en horas de la mañana debido a que emplea un gran número de
8:00 a.m.	12 p.m	16 p.m	
SALA DE PROFESORES / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO			
			La zona corresponde la sala de profesores de la edificación dicha, fotografía fue tomada el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial en horas de la mañana y tarde para llevar a cabo actividades que conlleva la
8:00 a.m.	12 p.m	16 p.m	
ÁREA ADMINISTRATIVA 1 / HORAS DE CONSUMO ENERGÉTICO			
			administrativa de la edificación dicha, fotografía fueron tomadas el día 15 de noviembre del 2023, la cual a través de ficción de observador, se revela la dependencia de la iluminación artificial en horas de la mañana y tarde sin embargo se analiza que para dichas zonas no es necesario el
8:00 a.m.	12 p.m	16 p.m	

Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

5.-Selección de Tecnologías y Estrategias



Seleccionar las tecnologías y estrategias de rehabilitación enfocadas en la iluminación artificial más adecuadas para el edificio universitario en cuestión , considerando factores como la viabilidad técnica, la sostenibilidad y el retorno de la inversión

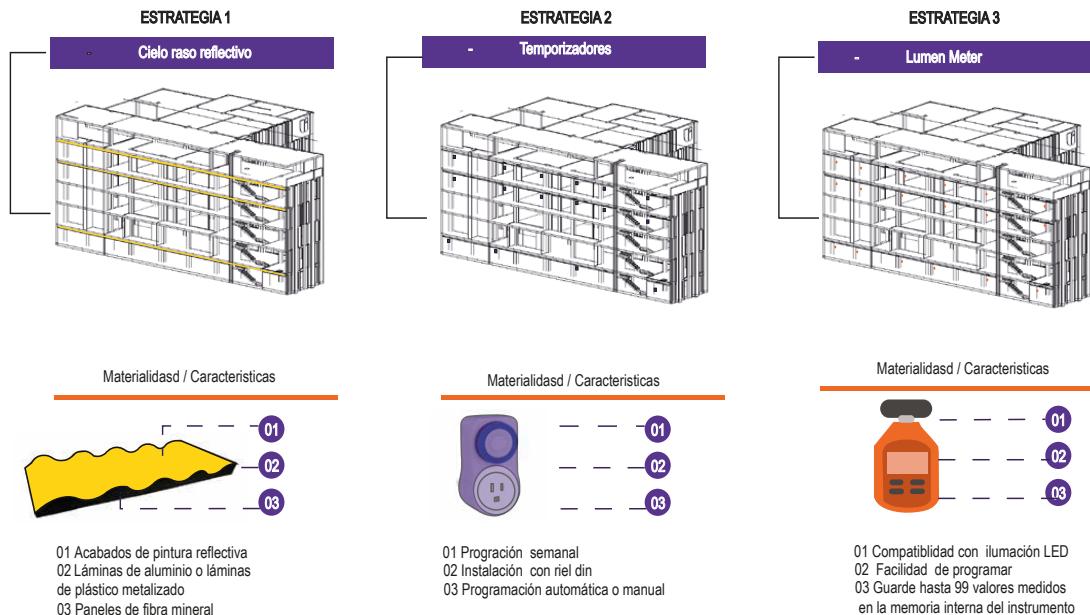
La selección de estrategias más factibles para el Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica se ejecuta mediante un análisis a través de simulaciones el cual demuestra los niveles de déficit de luxes en los espacios y la utilización de la iluminación artificial . Mediante estas simulaciones se calcula los porcentajes de lúmenes en los espacios . Posteriormente se plantea estrategias los cuales ayuden a mejorar los niveles de lúmenes en las zonas , quienes deben manejarse de acuerdo a la normativa abarcada en la investigación .

Las estrategias y tecnologías planteadas son las siguientes

- Implementación de Cielo Razo Reflectivo
- Implementación de temporizadores
- Implementación de lumen meter

Figura 66.

Estrategias propuestas (cielo raso reflectivo + temporizadores + Lumen Meter)



Nota. Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

6.-Análisis de Resultados



Analizar los datos recopilados y comparar los resultados antes y después de la rehabilitación para evaluar la efectividad de las medidas implementadas.

Cuadro comparativo de los luxes

La investigación incluye el estudio del consumo eléctrico enfocado en la iluminación artificial del sistema de iluminación para los diferentes escenarios que contempla el edificio universitario, en base a la norma NTP 211: Iluminación en centros de trabajo.

ILUMINACIÓN NORMALIZADA EN CENTROS UNIVERSITARIOS

Las recomendaciones para los niveles de iluminación en un establecimiento universitario pueden variar según el área y el tipo de espacio dentro del edificio. Sin embargo, existen algunas pautas generales que se pueden seguir. Estas pautas a menudo se basan en los tipos de actividades que tienen lugar en cada área. Aquí hay algunas recomendaciones generales:

Tabla 27.

Análisis de lúmenes según Normativa, Estado Actual , Aplicación de estrategias

Espacio	Normativa	Estado Actual	Aplicación de estrategias
Aulas y Salones de Clase:	300-500 lux	920	450
Bibliotecas y Áreas de Lectura	500-750 lux	1140	710
Laboratorios y Talleres	750-1000 lux	280	900
Pasillos y Áreas Comunes	100-300 lux	1140	225
Áreas administrativas	500-750 lux	800	600

Nota. Tabla de comparación de lúmenes según normativa , estado actual y la aplicación de estrategias -Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

7.-Elaboración de Recomendaciones Finales



Proporcionar recomendaciones finales basadas en los resultados obtenidos, destacando lecciones aprendidas y posibles áreas de mejora para proyectos futuros. A continuación se presenta las recomendaciones :

Maximizar el aprovechamiento de la luz natural:

- Realizar un análisis de la distribución y la calidad de la luz natural en el edificio.
- Asegurar que las ventanas estén limpias y despejadas para permitir la entrada máxima de luz natural.

Optimizar el diseño interior:

- Utilizar colores claros en las paredes y techos para reflejar la luz natural y mejorar su distribución en el interior del edificio.
- Emplear materiales y superficies reflectantes para aumentar la difusión de la luz natural en los espacios interiores.

Utilizar sistemas de iluminación inteligente:

- Instalar sensores de luz natural que regulen automáticamente la intensidad de la iluminación artificial en función de la luz natural disponible.
- Implementar sistemas de control de iluminación por zonas que permitan ajustar la iluminación en áreas específicas según las necesidades de los ocupantes y las condiciones de luz natural.

Promover el uso de espacios multifuncionales:

- Diseñar espacios flexibles que puedan adaptarse a diferentes actividades y necesidades de iluminación.
- Fomentar el uso de áreas comunes con luz natural para actividades que requieran iluminación moderada, como reuniones, lectura o descanso.

Educación y sensibilización:

- Capacitar a los ocupantes del edificio sobre la importancia de aprovechar la luz natural y reducir el consumo de iluminación artificial.
- Promover prácticas de uso eficiente de la luz entre los usuarios del edificio, como apagar las luces cuando no sean necesarias y mantener limpias las ventanas y superficies para maximizar la entrada de luz natural.



CAPÍTULO 5

CAPÍTULO 5

Conclusiones

En conclusión, la siguiente investigación ha mostrado la relevancia de abarcar la eficiencia energética enfocado en la reducción de la dependencia de la iluminación artificial en edificaciones educativas, con un enfoque específico en el caso de estudio de l Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamérica, en Ambato Tungurahua. Mediante el análisis exhaustivo de datos y resultados obtenidos, se pudo evidenciar la necesidad de implementar lineamientos para mejorar las eficiencia energética de dicha edificación, con el fin de mejorar el confort de los usuarios y la eficiencia energética.

Como se pudo observar en las fichas de observación la dependencia de la iluminación artificial es elevada, en los espacios. Donde se evidencio su alto nivel de consumo y la elevada frecuencia de uso de la iluminación artificial, lo ocasiona la disminución de la vida útil de la iluminación LED empleada

La iluminación utilizada en la edificación universitaria posee un ciclo de vida de 25.000 hasta 50.000 horas. Lo cual varía según las condiciones de uso es por ello que el mantenimiento de dicha iluminación es importante para su duración y de igual manera asegurar su correcto funcionamiento y prolongación de vida útil.

Los aspectos importantes para considerar su mantenimiento son los siguientes:

Evitar el encendido y apagado de la iluminación, esto reduce su vida útil.

Entre más sea el uso del Foco LED, más rápido llega a desgastarse y necesitara mantenimiento o ser reemplazado

Además la importancia de esta investigación se amplía en el contexto de la urgente necesidad global de abarcar prácticas de diseño y construcción sostenibles y a su vez eficientes desde el punto de vista de la eficiencia energética.

La rehabilitación energética con enfoque en la reducción en la dependencia de la iluminación artificial en edificaciones trae consigo un gran número de beneficios.

Impacto Positivo en la Eficiencia Energética: La implementación de medidas de rehabilitación energética ha demostrado ser altamente efectiva en la reducción del consumo de energía enfocado en la disminución de la dependencia de la iluminación artificial en la edificación educativa.

Reducción de la Huella de Carbono: La rehabilitación energética ha contribuido a una disminución significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al consumo energético. Este resultado respalda los esfuerzos de la institución educativa en la mitigación del impacto ambiental.

Ahorros Económicos Sostenibles: La inversión realizada en las medidas de eficiencia energética ha demostrado ser económicamente sostenible a mediano y largo plazo. Los ahorros en los costos de energía han compensado adecuadamente los gastos de implementación, generando beneficios económicos tangibles para la institución educativa.

En resumen esta investigación ha reforzado la importancia de reducir la dependencia de la iluminación artificial y a su vez aprovechar la tecnología y herramientas de los softwares de análisis energético para renovar la eficiencia energética.

Recomendaciones

Con los hallazgos y resultados obtenidos de esta investigación se origina una serie de recomendaciones que pueden ayudar a futuros proyectos e investigaciones enfocados en reducir la dependencia de la iluminación artificial con rehabilitación energética, donde se han identificado lecciones clave que pueden orientar futuros proyectos de rehabilitación energética en edificaciones educativas.

Entre las recomendaciones destacan la importancia de una planificación exhaustiva, la selección de tecnologías adecuadas y la continuidad en la monitorización del desempeño a lo largo del tiempo.

Impacto en la Educación Ambiental: La implementación de prácticas sostenibles y la integración de sistemas de energía renovable en el entorno educativo han proporcionado oportunidades valiosas para la educación ambiental. Los estudiantes han sido testigos directos de cómo las acciones individuales y colectivas pueden contribuir al bienestar del planeta.

Relevancia para Futuros Proyectos de Rehabilitación: Los resultados de esta investigación son transferibles a otras instituciones educativas y proyectos similares, destacando la importancia de considerar la eficiencia energética como un componente integral de la planificación y gestión de edificios escolares.



Bibliográfia

- Alguacil Moreno, S. (2017). Rehabilitación energética de edificios residenciales en España y objetivo europeo 2050: propuesta y validación de una herramienta multicriterio, orientada a la toma de decisiones estratégicas y basada en la metodología de coste-óptimo y el análisis de ciclo de vida a escala territorial. Universitat Politècnica de Catalunya. American Psychological Association. (2020). Publication manual of the American Psychological Association
- Antonio, J., Herrera, M., Morales, C., Curso, H., Máster, X., Universitario, P., Renovables, E., Arquitectura, La, U., Sostenible, C., & Achury, Á. E. H. (s/f). UNA APROXIMACION AL DISEÑO BIOCLIMÁTICO A TRAVÉS DE LA PARTICIPACIÓN COMUNITARIA. Unia.es. Recuperado el 26 de noviembre de 2023, de https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/1471/O218_Hernandez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Aspers, P. y Corte, U. (2021). Qué es cualitativo en la investigación. *Sociología cualitativa*, 44 (4), 599–608. <https://doi.org/10.1007/s11133-021-09497-w>
- Autodesk. (2023). Complemento de análisis de iluminación de Revit. Recuperado de <https://www.autodesk.com/products/revit/overview>: <https://www.autodesk.com/products/revit/overview>
- Autodesk. (2023). Guía del usuario del complemento de análisis de iluminación de Revit (Versión 2023). San Rafael, CA: Autodesk.BIOCLIMÁTICO A TRAVÉS DE LA PARTICIPACIÓN COMUNITARIA. Unia.es. Recuperado el 26 de noviembre de 2023, de https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/1471/O218_Hernandez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barcelona Arquitectura Escuela el Garrofer. (2023, julio 30). Energiehaus. <https://energiehaus.es/proyectos-passivhaus-energiehaus/barcelona-arquitectura-escuela-el-garrofer/>
- Biblioteca del Congreso (2023). Acerca de la Biblioteca del Congreso. [Página web]. Washington, D.C.: Biblioteca del Congreso
- Certificación EDGE. (2017, mayo 27). Bioconstrucción y Energía Alternativa -. <https://bioconstruccion.com.mx/certificacion-edge/>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Design-Build: A Guide to Successful Project Delivery" de Michael J. Smith y J. William Oates.
- DesignBuilder Software. (2023). DesignBuilder: Software de simulación de edificios. Recuperado de <https://www.designbuilder.co.uk/>
- DesignBuilder Software. (2023). DesignBuilder: Guía del usuario (Versión 6.1.0). Stroud, Reino Unido: DesignBuilder Software.
- Enel X. (2021). Guía de iluminación eficiente para el hogar. Madrid: Enel X.
- García. (2022). Observación del comportamiento Madrid: Editorial Universitaria. (Ficha de observación, pp. 50-52).
- Guía para el reciclado de lámparas LED. (2021). Asociación Española de Fabricantes de Iluminación (ANFALUM).
- IEA. (2015). *World Energy Outlook*. Paris: IEA
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). México: McGraw-Hill
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.a ed.). México, D.F.: McGraw-Hill.
- Korpela, M., Mursu, A., & Soriyan, H. A. (2001). Two times four integrative levels of analysis: A framework. En *Realigning Research and Practice in Information Systems Development* (pp. 367–377). Springer US.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2020).

Rehabilitación de edificios educativos: Guía para la elaboración de proyectos. Madrid: Ministerio de Educación y Formación Profesional.

-NTE INEN 2 5O6:2OO9. (2OO9). Eficiencia energética en edificaciones. Quito: INEN. Obtenido de <https://ia601901.us.archive.org/7/items/ec.nte.25O6.2OO9/ec.nte.25O6.2OO9.pdf>

- Pérez. (2O23,p.1O) Matriz de comparación de estilos de cita APA y MLA. En Manual de estilo para la investigación y la escritura (7ª ed.). Washington, D.C.: American Psychological Association.

-Polo Viladecans, J. (2O18, septiembre 17). La primera escuela de España rehabilitada con criterios energéticos 'passivhaus'. La Vanguardia. <http://www.lavanguardia.com/local/baix-lobregat/2O18O917/4517971979O9/escuela-rehabilitada-criterios-passivhaus-viladecans.html>

-Ortiz González, J. L., & Pérez de Lama, J. M. (2O17). Arquitectura sostenible. México: Martínez Roca.

-Sampieri, R., Collado, C., & Lucio, M. (2O15). Metodología de la investigación (6.a ed.). Ciudad de México: McGraw-Hill.

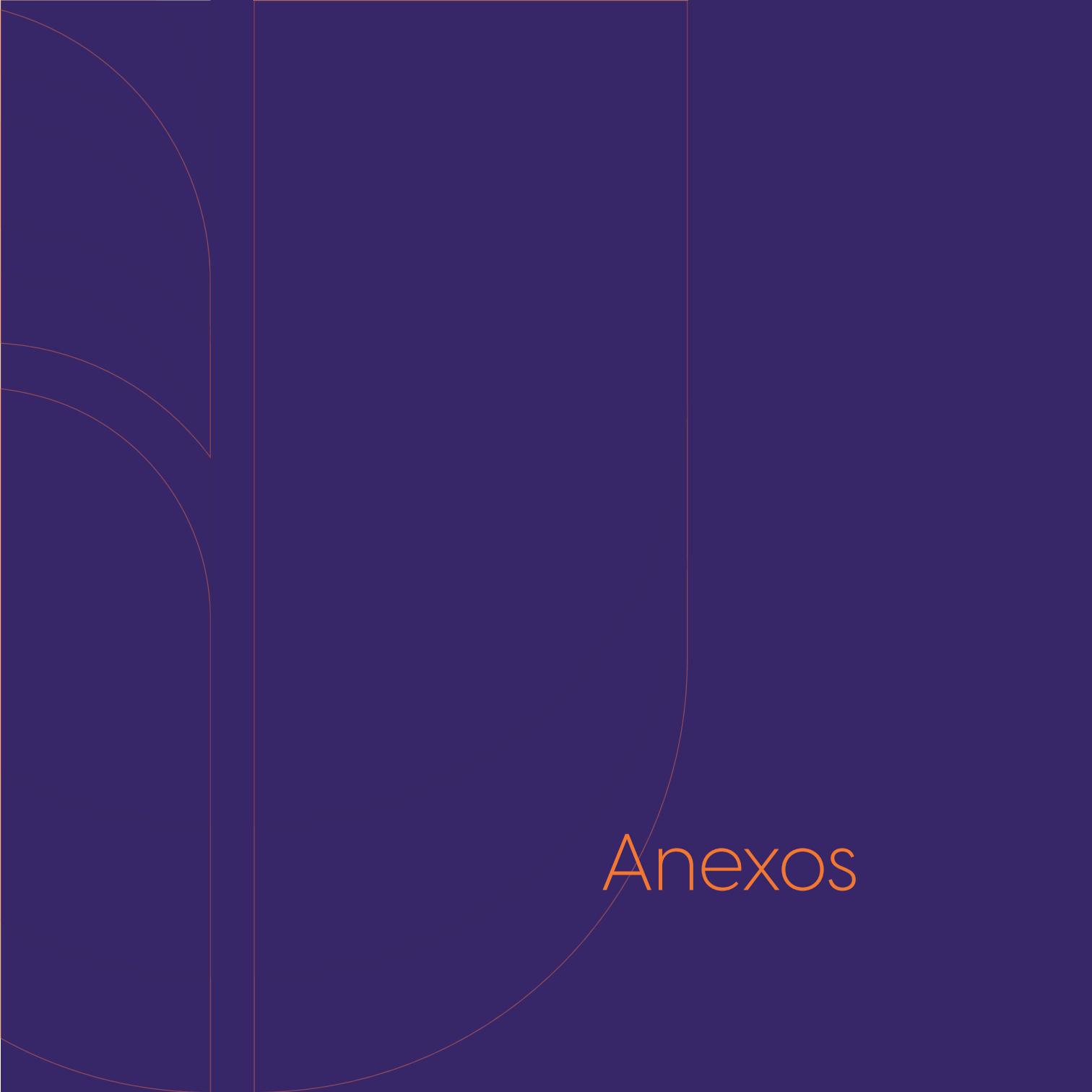
-Sampieri, R., Collado, C., & Lucio, M. (2O15). Metodología de la investigación (5.a ed.). Ciudad de México: McGraw-Hill.

-Soria, L. (2O17). Evaluación de la eficiencia energética en la envolvente de tres edificios de oficinas, construidos en la ciudad de Quito a partir del año 2O11. Quito, Ecuador.

-UNESCO. (2O16). Guía de diseño de espacios educativos. París: UNESCO.

- Velux. (2O2O). Daylight in schools: A guide for architects and designers. Copenhagen: Velux

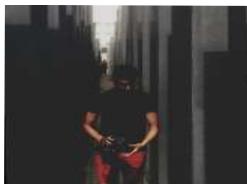
-Vista de Huella de carbono de la Universidad Técnica de Machala período 2O18-2O2O . (s/f). Dominiodelasciencias.com. Recuperado el 2O de noviembre de 2O23, de <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2235/4792>



Anexos

Anexo 1

Datos relevantes del arquitecto Nicolás Lara



Nicolás Lara

Profesión	Arquitecto
Experiencia	Director de Proyectos de Infraestructura Universidad Indoamérica. Jornada Completa
Aptitudes	Director creativo / · Diseño arquitectónico
Educación	Universidad San Francisco de Quito Magister en Arquitectura con mención en Desarrollo Urbanístico y Ordenamiento Territorial
Conocimientos aptitudes	y Docente. Actividades de Arquitectura. en Universidad Tecnológica Indoamérica

Nota: Ficha profesional - *Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).*

Link de la entrevista : https://indoamericaedu-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/jescobar1O_indoamerica_edu_ec/EcSSI-bHss1Jsm5tLCD-M-8B99Dn9cM8GgO2Ezb-b_vHDw?e=Yh5yLn

Código QR.



Nota: Ficha profesional - *Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).*

Anexo 2

Datos relevantes del arquitecta Patricia Jara



Patricia Jara Garzón

Profesión	Arquitecto
Experiencia	Universidad Indoamérica Universidad Indoamérica 8 años 5 meses Director académico modalidad presencial y semi presencial Jornada completa Comité Ejecutivo -Coordinación IDSI Coordinadora Carrera de Arquitectura UTI
Aptitudes	Diseño arquitectónico
Educación	Universidad San Francisco de Quito / Bachelor of Arts (B.A) Arquitectura , diseño arquitectónico Diploma of Education, Docencia Universitaria CIFE Universidad de Salamanca/Diplomatura, Arquitectura Sostenible
Conocimientos y aptitudes	Docente. Actividades de Arquitectura. en Universidad Tecnológica Indoamérica

Link de la entrevista :

https://indoamericaedu-my.sharepoint.com/:u/g/personal/jescobar1O_indoamerica_edu_ec/EW2b6Db5ha5Lpjfms9OXI5Q-BiAbzOBhpMv7gzDoOz7ldEg?e=enXGJq

Código QR.



Nota. Ficha profesional - Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Anexo 3

Datos relevantes del arquitecto Holger Patricio Cuadrado

Nombre



Holger Patricio Cuadrado Torres

Profesión	Arquitecto
Experiencia	Docente titular de Taller de Proyectos arquitectónicos. Actividades de Arquitectura. Docente titular de Taller de Proyectos arquitectónicos. Actividades de Arquitectura. UTPL · Jornada completa
Aptitudes	Docencia · Investigación · Diseño arquitectónico
Educación	Universidad de Cuenca Universidad de Cuenca Máster of Architecture - MArch, Proyectos arquitectónicos
Conocimientos y aptitudes	Docente titular de Taller de Proyectos arquitectónicos. Actividades de Arquitectura. en UTPL

Link de la entrevista : JESSICA MAGALI ESCOBAR GUARACA: [Vídeo](#)

Código QR.



Nota. Ficha profesional - Elaborado por: Jéssica Escobar (2024).

Anexo 4
Planta baja del edificio de la Universidad

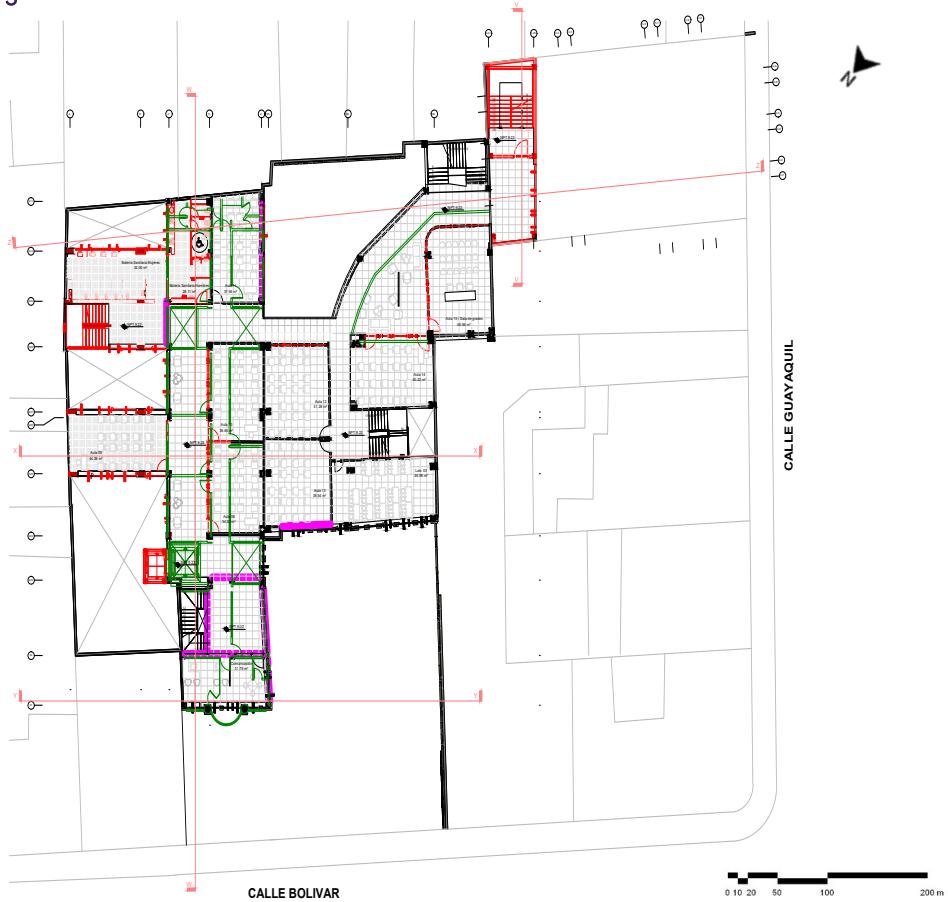
Planos de la planta Baja



Nota. Planta baja -0.83 del Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamerica

Anexo 5.
Planta Alta 3 del edificio de la Universidad

Planos de la Planta Alta 3



Nota. Planta Alta 3 (+9.22) del Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamerica

Anexo 6.
Planta Alta 4 del edificio de la Universidad



Nota. Planta Alta 4 (+12.22) del Edificio Simón Bolívar de la Universidad Indoamerica