



Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura

Carrera:

Arquitectura

Trabajo de Titulación:

Proyecto de Investigación

Tema:

Análisis Del Edificio FCACC – B13 De La Uleam A Través De Los Principios De La

Neuroarquitectura.

Autor:

Domenica Camila Franco Lucas

Tutor:

ARQ. Fabricio Ormaza

Manta – Ecuador

2026(1)

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **FRANCO LUCAS DOMENICA CAMILA**, legalmente matriculada en la carrera de Arquitectura, período académico 2026-2027, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto o núcleo problémico es "ANÁLISIS DEL EDIFICIO FCACC – B13 DE LA ULEAMA TRAVÉS DE LOS PRINCIPIOS DE LA NEUROARQUITECTURA".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, 23 de Julio de 2026.

Lo certifico,



Validez del documento en Firmat.
 Firmado electrónicamente por:
FABRICIO ALEXANDER
ORMAZA GARCÍA

Arq. Fabricio Ormaza García, Mg.
 Docente Tutor
 Área: Arquitectura

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Franco Lucas Domenica Camila Franco Lucas con CC: 135053763-3, doy constancia de ser el autor del Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto de investigación con el tema "ANÁLISIS DEL EDIFICIO FCACC – B13 DE LA ULEAM A TRAVÉS DE LOS PRINCIPIOS DE LA NEUROARQUITECTURA, el cual fue dirigido por el tutor, Arq. Fabricio Alexander Ormaza García.

Quiero resaltar la originalidad de este trabajo, que se fundamenta en la contribución de varios autores que enriquecieron la investigación, así como en la recopilación de datos e información provenientes de fuentes bibliográficas, visitas de campo, entre otros recursos.

En la ciudad de Manta, a los 23 días del mes de julio de dos mil veinte y seis.



Franco Lucas Domenica Camila

C.C. 135053763-3

Autor

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

En calidad de tribunales de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Aldaro” de Manabí, certifico:

Haber revisado el trabajo de titulación, bajo modalidad de Proyecto de Investigación, cuyo tema es “ANÁLISIS DEL EDIFICIO FCACC – B13 DE LA ULEAM A TRAVÉS DE LOS PRINCIPIOS DE LA NEUROARQUITECTURA”, internos de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo APRUEBO que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales suficientes para proceder a la defensa correspondiente.

Certifico lo anterior para los fines pertinentes, a salvo disposición de ley en contrario. En la ciudad de Manta, a los 18 días del mes de agosto de dos mil veintiséis.



Ing. Gabriel Salvatierra Tumbaco, Mg.

C.C 131325357-5

Tribunal 1



Arq. Valeria Moreira Zambrano , Mg.

C.C 131157377-6

Tribunal 2

DEDICATORIA

Quiero agradecer primeramente a Dios por nunca dejarme rendir y acompañarme en cada proceso de mi vida, a mis padres Marco Franco y Roseida Lucas por ser mi principal fuente de apoyo, por el amor y por el esfuerzo diario que hicieron durante todo este largo proceso de formación como arquitecta. A mis hermanos y amigos por estar presentes en cada dificultad que se presentaba en el proceso de la tesis, por alentarme en cada momento, gracias.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a Dios y a mi familia por ser el pilar fundamental durante este largo proceso académico. Al gremio de docentes que conforma la Carrera de Arquitectura por compartir sus conocimientos y encaminarme en mi formación profesional. A mi tutor de tesis por guiarme en cada etapa de la tesis y a cada uno de los compañeros y amigos que tuve la oportunidad de conocer.

Quiero agradecer a mi compañera y amiga María Emilia Moreira por darme su apoyo y ayuda en mi proceso de recolección de información en el campo de estudio. A mis amigas de universidad que nos apoyamos desde el primer semestre: Sara Pico, Alisson Rodriguez y Genesis Cedeño.

ÍNDICE

DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	6
Resumen	16
Abstract	17
Introducción	18
1. Planteamiento del Problema	21
1.1. Marco Contextual	22
1.2. Formulación del Problema	23
1.2.1. Problema Central	23
1.2.2. Subproblema	24
1.3. Objeto de Estudio	24
1.3.1. Definición de Objeto de Estudio	24
1.3.2. Delimitación Espacial	24
1.3.3. Delimitación temporal	25
1.4. Campo de Acción de la investigación	25
1.5. Objetivos	26
1.5.1. Objetivo General	26
1.5.2. Objetivo Especifico	26

1.6. Justificación	27
1.6.1. Justificación Social	27
1.6.2. Justificación Arquitectónica	27
1.6.3. Justificación Académica	28
1.6.4. Justificación Institucional	28
1.7. Tarea Científica Desarrollada	29
1.7.1. Tc1: Elaboración del Marco Teórico, Referencial Inherente al Tema.	29
1.7.2. Tc2: Elaboración del Diseño Metodológico que se llevará a Efecto en la Investigación	29
1.7.3. Tc3: Determinación del Diagnóstico y Resultado de la Investigación.	30
2. Capítulo 1. Marco Teórico, Referencial y Legal	31
2.1. Marco Antropológico	31
2.2. Marco Teórico	33
2.2.1. Teoría de la Neurociencia	33
2.2.2. Teoría de la Neuroarquitectura en Espacios de Aprendizajes Universitarios. ...	35
2.2.3. Calidad Ambiental interior como principio de Neuroarquitectura	38
2.2.4. Teoría de Psicología Ambiental en Espacios de Aprendizaje Universitario	43
2.3. Marco Conceptual	46
2.3.1. Neuroplasticidad o Plasticidad Cerebral	46

2.3.2. Iluminación	47
2.3.3. El Color	49
2.3.4. La forma y la geometría.	50
2.3.5. La textura	51
2.3.6. La Acústica	52
2.4. Marco Jurídico y Normativo	54
2.4.1. Constitución del Ecuador.	54
2.4.2. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	55
2.4.3. Normativas Nacionales e Internacionales	56
2.4.4. Norma Técnica Ecuatoriana (NTE)	58
3.4.5 Reglamento de la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.	61
Ministerio de Medio Ambiente.	61
2.5. Marco Referencial	62
3. Capítulo II. Diseño Metodológico	66
3.1. Métodos	66
3.2. Técnicas e Instrumentos	71
Figura 4. <i>Descripción gráfica del uso del sonómetro</i>	73
3.3. Fuentes	75

3.3.1. Fuentes Primarias	75
3.3.2. Fuentes Secundarias	75
4. Capitulo III. Diagnósticos y resultados de la investigación.	76
4.1. Elaboración del diagnóstico.	76
4.1.1. Área Geográfica.	76
4.1.2. Aspecto Social, Económico y Cultural	77
4.2. Análisis del entorno.	79
4.2.1. Condiciones del Edificio	79
4.2.2. Análisis Funcional y Formal	80
4.2.3. Análisis del edificio en base a la Neuroarquitectura - Percepción	83
4.3. Presentación de Resultados y Discusión	90
4.3.1. Análisis Cuantitativo	90
4.4. Análisis Cualitativo.	131
4.4.1. Entrevista realizada a profesionales de Arquitectura, Psicología y docencia. .	131
4.4.2. Discusión.	137
5. Conclusiones	144
6. Recomendaciones	147
7. Referencias Bibliográficas	150
8. Anexos	156

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 . <i>Mapa Uleam-Manta</i>	25
Figura 2 . <i>Ficha de levantamiento de información.</i>	63
Figura 3 . <i>Ficha para el sonómetro</i>	72
Figura 4 . <i>Descripción gráfica del uso del sonómetro</i>	73
Figura 5 . <i>Ficha para el luxómetro</i>	74
Figura 6 . <i>Descripción gráfica del uso del luxómetro</i>	74
Figura 7 . <i>Mapa de Uleam-Manta</i>	76
Figura 8 . <i>Planta Baja del edificio FCACC - B13</i>	81
Figura 9 . <i>Segundo nivel del edificio FCACC - B13</i>	82
Figura 10 . <i>Plaza frente al edificio FCACC - B13</i>	83
Figura 11 . <i>Perspectiva de fachadas del edificio FCACC - B13</i>	84
Figura 12 . <i>Tipo de escala en el edificio FCACC - B13</i>	85
Figura 13 . <i>Tipo de iluminación en el edificio FCACC - B13</i>	86
Figura 14 . <i>Tipo de materiales de construcción presente en el edificio FCACC - B13</i>	87
Figura 15 . <i>Retícula empleada en los espacios académicos en planta baja</i>	90

Figura 16 . <i>Mapa de Incidencia de sonido en planta baja</i>	92
Figura 17 . <i>Retícula empleada en los espacios académico en planta alta</i>	94
Figura 18 . <i>Mapa de Incidencia de sonido en planta alta</i>	95
Figura 19 . <i>Comportamiento del sonido en planta alta</i>	96
Figura 20 . <i>Mapa de iluminación artificial en planta baja</i>	101
Figura 21 . <i>Mapa de iluminación mixta en planta baja</i>	102
Figura 22 . <i>Mapa de iluminación artificial en planta alta</i>	105
Figura 23 . <i>Mapa de iluminación mixta en planta alta</i>	106
Figura 24 . <i>Gráfica solar de equinoccio de Otoño</i>	108
Figura 25 . <i>Incendencia solar en las fachadas de 9:00 a 10:00 horas</i>	110
Figura 26 . <i>Incendencia solar en la fachadas de 12:00 a 13:00 horas</i>	111
Figura 27 . <i>Incendencia solar de 15:00 a 16:00 horas</i>	112
Figura 28 . <i>Gráfica solar de Solsticio de Invierno</i>	113
Figura 29 . <i>Incendencia de radiación solar de 9:00 a 10:00 horas</i>	114
Figura 30 . <i>Incendencia de radiación solar de 12:00 a 13:00 horas</i>	115
Figura 31 . <i>Incendencia de radiación solar de 15:00 a 16:00 horas</i>	116
Figura 32 . <i>Gráfica solar de equinoccio de Primavera</i>	117

Figura 33 . <i>Incidencia solar de 9:00 a 10:00 horas</i>	118
Figura 34 . <i>Incidencia solar de 12:00 a 13:00 horas</i>	119
Figura 35 . <i>Incidencia solar de 15:00 a 16:00 horas</i>	120
Figura 36 . <i>Gráfica de solsticio de verano</i>	122
Figura 37 . <i>Incidencia solar de 9:00 a 10:00 horas</i>	123
Figura 38 . <i>Incidencia solar de 12:00 a 13:00 horas</i>	124
Figura 39 . <i>Incidencia solar de 15:00 a 16:00 horas</i>	125
Figura 40 . <i>Estrategia de diseño aplicado en espacios académicos</i>	140
Figura 41 . <i>Estrategia de diseño aplicado en espacios académicos</i>	141
Figura 42 . <i>Estrategias de diseño aplicado en espacios académicos</i>	142

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 . <i>Tipos de textura</i>	52
Tabla 2 . <i>Tipos de materiales acústicos</i>	53
Tabla 3 . <i>Rango de decibelios en espacios educativos</i>	57
Tabla 4 . <i>Niveles de iluminación según el espacio o actividad.</i>	58
Tabla 5 . <i>Niveles de iluminación según el espacio o actividad</i>	59
Tabla 6 . <i>Temperatura y humedad relativa óptima</i>	60
Tabla 7 . <i>Velocidad del aire acondicionado</i>	60
Tabla 8 . <i>Nivel máximo de decibeles</i>	61
Tabla 9 . <i>Técnicas de Instrumento</i>	71
Tabla 10 . <i>Instrumento de medición</i>	72
Tabla 11 . <i>Comportamiento del sonido en planta baja</i>	93
Tabla 12 . <i>Tiempo de reverberación en planta baja</i>	99
Tabla 13 . <i>Tiempo de reverberación en planta alta</i>	100
Tabla 14 . <i>Comportamiento de iluminación en planta baja</i>	103
Tabla 15 . <i>Comportamiento de iluminación en planta alta</i>	108
Tabla 16 . <i>Datos de equinoccio de Otoño</i>	113

Tabla 17 . <i>Datos de solsticio de Invierno</i>	117
Tabla 18 . <i>Datos de equinoccio de Primavera</i>	122
Tabla 19 . <i>Datos de solsticio Verano</i>	126

Resumen

El espacio construido influye directamente en el comportamiento, estado emocional y rendimiento cognitivo de las personas. No obstante, los diversos edificios destinados a la educación han priorizado criterios de diseño funcional y técnico, dando menor importancia a factores relacionados con la percepción de los usuarios y la calidad ambiental interior, principios que son abordados a través de la neuroarquitectura.

Por tal motivo, la presente investigación aborda el análisis del edificio FCACC – B13 de la Uleam por medio de los principios de la neuroarquitectura, con el fin de proponer estrategias que potencien la sensación de confort y habilidades cognitivas.

Con este propósito en mente, se plantea un enfoque metodológico descriptivo, analítico y deductivo bajo una modalidad mixta que combina el método cuantitativo y cualitativo, aplicando entrevista a profesionales de Arquitectura, Psicología y Docencia, el uso de instrumento de medición (luxómetro y sonómetro), el uso de software y encuestas dirigidas a estudiantes, docentes y personal administrativo.

Los hallazgos obtenidos demuestran que las condiciones del edificio influyen en la experiencia del usuario, pese a que se presentaron algunos espacios con deficiencia de habitabilidad, referente a la iluminación, el confort térmico, la acústica y el color, lo cual repercute en la percepción del espacio. De tal forma, se aconsejan varias estrategias que favorezca el bienestar humano y la calidad de hábitat del espacio universitario.

Palabras claves: Neuroarquitectura, bienestar, confort ambiental, edificio universitario.

Abstract

The built environment directly influences people's behavior, emotional state, and cognitive performance. However, the various buildings intended for education have prioritized functional and technical design criteria, giving less importance to factors related to user perception and indoor environmental quality, principles that are addressed thru neuroarchitecture.

For this reason, the present research addresses the analysis of the FCACC – B13 building at Uleam thru the principles of neuroarchitecture, in order to propose strategies that enhance the sense of comfort and cognitive abilities.

With this purpose in mind, a descriptive, analytical, and deductive methodological approach is proposed under a mixed modality that combines quantitative and qualitative methods, applying interviews with professionals in Architecture, Psychology, and Teaching, the use of measurement instruments (lux meter and sound level meter), the use of software, and surveys directed at students, teachers, and administrative staff.

The findings obtained demonstrate that the building conditions influence the user experience, despite some spaces showing deficiencies in habitability regarding lighting, thermal comfort, acoustics, and color, which impacts the perception of the space. In this way, several strategies are recommended to promote human well-being and the quality of the habitat in the university space.

Key words: Neuroarchitecture, well-being, environmental comfort, university building.

Introducción

Las infraestructuras destinadas a la educación desempeñan un rol fundamental en el proceso de enseñanza, aprendizaje y desarrollo conductual, debido a que el entorno repercute directamente en el desarrollo integral del individuo (cognitivo, emocional, social y ético). Por lo tanto, es primordial generar espacios que proyecten bienestar, sean multifuncionales, flexibles y funcionales, según las necesidades básicas de los usuarios (estudiantes, docentes y otros).

Asimismo, se considera aplicar conceptos de diseño relacionados con la iluminación, ventilación natural, los colores y otros elementos que generen ese sentido de pertenencia y reflejo en la identidad según la actividad que se requiera realizar en un ambiente.

Por otra parte, la educación, con el transcurso del tiempo, ha buscado nuevas formas de evolucionar con el fin de mejorar el desempeño y otorgar confort integral a los usuarios, todavía más en espacio de uso cotidiano, de modo que se han implementado nuevas herramientas como la neuroarquitectura, que integra las disciplinas de neurociencia, arquitectura y psicología para comprender cómo el entorno construido influye en el cerebro humano, en las emociones y el comportamiento, buscando diseñar espacios que favorezcan el bienestar integral.

No obstante, en algunas instituciones de educación superior, el diseño arquitectónico se ha desarrollado en base a un enfoque funcional y técnico sin considerar criterios o estrategias que beneficien la calidad de vida y educación. Esta situación es evidente en diversos edificios universitarios que solo cumplen con requisitos básicos de uso convencional, en otras palabras, bajo criterios tradicionales de diseño.

Por este motivo, la presente investigación tiene el objetivo de estudiar uno de los edificios que integra la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM); entre ellos, el edificio FCACC – B13 de la ULEAM-MANTA, lo cual aborda el análisis a través de los principios de neuroarquitectura, más aún cuando este campo de estudio aún no ha sido investigado en la institución. De esta manera los factores a considerar hacen referencia a las condiciones ambientales, espaciales y perceptivas, repercutiendo en el desempeño y comportamiento de quienes lo usan.

Por eso la estructura en que se desarrolló esta investigación se basa en tres capítulos ordenados de forma lógica y secuencial con la finalidad de tener coherencia y mayor comprensión en los componentes teóricos, metodológico y analítico.

En el capítulo I se desarrolló el marco teórico referencial y legal, donde define la sustentación teórica de la investigación mediante principales teorías de neurociencia, teoría de la neuroarquitectura en espacios de aprendizajes universitarios y psicología ambiental, el marco conceptual, definiendo conceptos claves para mayor entendimiento, por ejemplo, los principios de neuroarquitectura, el marco normativo y marco referencial.

En el capítulo II se presenta el diseño metodológico, donde se explica el enfoque y método de la investigación y se describe cuáles son las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección y análisis de información de campo, garantizando resultados verídicos y confiables, además, se exponen los tipos de fuentes que sustentan a la investigación.

El capítulo III y último corresponde a diagnóstico y resultado de la investigación, en la que se centra en describir el diagnóstico y resultado obtenido del caso de estudio con la finalidad de

mejorar y proponer estrategias que mejoren la calidad del entorno académico, comprendiendo la relación entre cerebro y el entorno para diseñar espacios más saludables y humanos.

De modo que en el diagnóstico se lleva a cabo la aplicación de encuestas a todos los usuarios que utilizan diariamente la edificación, además, se emplea entrevista a tres profesionales (arquitectura, psicología y docencia). Por otro parte, para el análisis de la edificación de estudio, se emplea instrumento de medición con la finalidad de conocer el estado de la edificación respecto a calidad lumínica y acústica.

También se determinan las conclusiones y recomendaciones, donde se resumen los datos más importantes y relevantes de la investigación con el propósito de proponer recomendaciones que aporten en mejorar la calidad de la edificación académica mediante los principios de neuroarquitectura y por qué no, para que sirva de base para futuro Proyecto Integrador.

Por ende, este trabajo de tesis de grado busca implementar esta nueva disciplina que en la actualidad se está analizando en otros equipamientos destinados al área de salud, espacios públicos y educación, en la que este último se analizó, pero delimitado principalmente en espacios universitarios.

1. Planteamiento del Problema

El diseño de los espacios educativos en el contexto global ha alcanzado mayor importancia, al evidenciar que la arquitectura y la organización de un espacio físico influyen en el estado emocional y el rendimiento cognitivo de las personas. Sin embargo, la mayoría de los edificios educativos a nivel mundial aún se diseñan bajo el concepto de funcionalidad, dejando en segundo plano la creación de entornos que estimulen la creatividad, la concentración y la relación social.

De modo que la neuroarquitectura es una disciplina que integra el concepto de neurociencia y arquitectura, permitiendo conocer los factores: la iluminación, la forma, los colores, los materiales y la ventilación que influyen al momento de diseñar un lugar.

Teniendo en cuenta que las edificaciones van más allá de una estructura material y superficial, ya que no solo es un espacio físico donde se desarrollan diversas actividades, sino una parte fundamental de la vida y de la mente, formando parte de nuestra identidad como recuerdos, sueños y pensamientos. Como lo menciona Pallasma (2019), “define las edificaciones como extensiones de nosotros mismos e intermediarios entre el mundo y nuestra mente”. Ayudando a comprender el mundo exterior (iluminación, materiales, etc.) y al mismo tiempo expresar nuestra mente (emociones, pensamiento, etc.).

Es visible que, a pesar del avance tecnológico, los escenarios educativos siguen manteniendo el modelo tradicional de enseñanza, salones rectangulares conformados por varias filas de asientos y una pizarra, lo que limita la innovación educativa, dado que en Latinoamérica últimamente la demanda educativa ha incrementado; por ende, algunas infraestructuras han sido

adaptadas, pero con un mal manejo de diseño arquitectónico, obteniendo un inadecuado espacio escolar, entre ellos: Brasil, Venezuela, Argentina, Costa Rica y Ecuador, entre otros.

En Ecuador, según Alejandro Cabrera (2023), “indica que el diseño de espacios educativos no ha considerado los aspectos de iluminación, efecto de color, la acústica y la relación con el entorno, etcétera; por tal motivo, con el paso del tiempo y el avance de nuevas tecnologías, han quedado rezagados.” Es por ello que en Ecuador se evidencia que los edificios académicos siguen con los mismos patrones de distribución espacial.

1.1. Marco Contextual

En Manabí, varias instituciones educativas tienen problemas en su infraestructura, perjudicando la experiencia escolar tanto para el rendimiento académico de los estudiantes como el proceso de enseñanza de los docentes, evidenciando que gran parte de las edificaciones carecen de servicios básicos y espacios adecuados con relación a mobiliario ergonómico, iluminación, acústica y zona de aprendizaje flexible.

En el caso de la ciudad de Manta, la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) es una de las instituciones académicas de nivel superior pública, lo cual cuenta con una gran oferta académica de tercer nivel, de formación técnica y tecnológica. De modo que la universidad se encuentra conformada por varias edificaciones, la mayoría destinada a espacios de uso diario y continuo en el desarrollo de actividades de docencia, investigación, vinculación con la sociedad y gestión administrativa.

Entre las diversas edificaciones que conforman el campus universitario se encuentra el edificio FCACC-B13, conformado por 4 carreras: Contabilidad y Auditoría, Auditoría y Control

de Gestión, Finanzas y Mercadotecnia, cuya formación depende de aulas y pasillos. En relación al análisis arquitectónico de la edificación respecto a la distribución, iluminación, acústica, espacio exterior, la incidencia solar y otros, puede repercutir directamente en aspectos relacionados con la experiencia, las relaciones sociales, la concentración y el desarrollo de actividades académicas y laborales, criterios que se relacionan con la neuroarquitectura.

Actualmente, el edificio representa un espacio importante en la formación tanto profesional como personal, debido a que los usuarios pasan la mayor parte del día dentro de la infraestructura. Por lo tanto, se considera importante analizar la facultad en base a los principios de neuroarquitectura, más que todo cuando la mayoría de las investigaciones se centra en características relacionadas con la funcionalidad, el sistema constructivo y la forma, dejando en segundo plano cómo las condiciones ambientales, espaciales, el color y otros elementos influyen en la experiencia y bienestar integral de los usuarios.

Además, la importancia de analizar el edificio FCACC-B13 surge también por observaciones mediante una actividad académica dentro de la facultad, donde surge la necesidad de estudiar las condiciones del edificio desde un enfoque diferente a lo tradicional, en cómo mejorar el espacio arquitectónico en base a la perspectiva de neuroarquitectura, más aún cuando en la actualidad aún no existen estudios previos aplicados a la facultad.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema Central

Deficiencia en la aplicación de criterios de neuroarquitectura en el edificio FCACC-B13 destinado a la educación universitaria.

1.2.2. Subproblema

- Las condiciones acústicas y lumínicas del edificio influyen en el confort ambiental de los usuarios.
- Deficiencia en el confort cognitivo, generando incomodidad en los usuarios.
- Dificultad para los usuarios en poder concentrarse o desenvolverse en un espacio de aprendizaje.

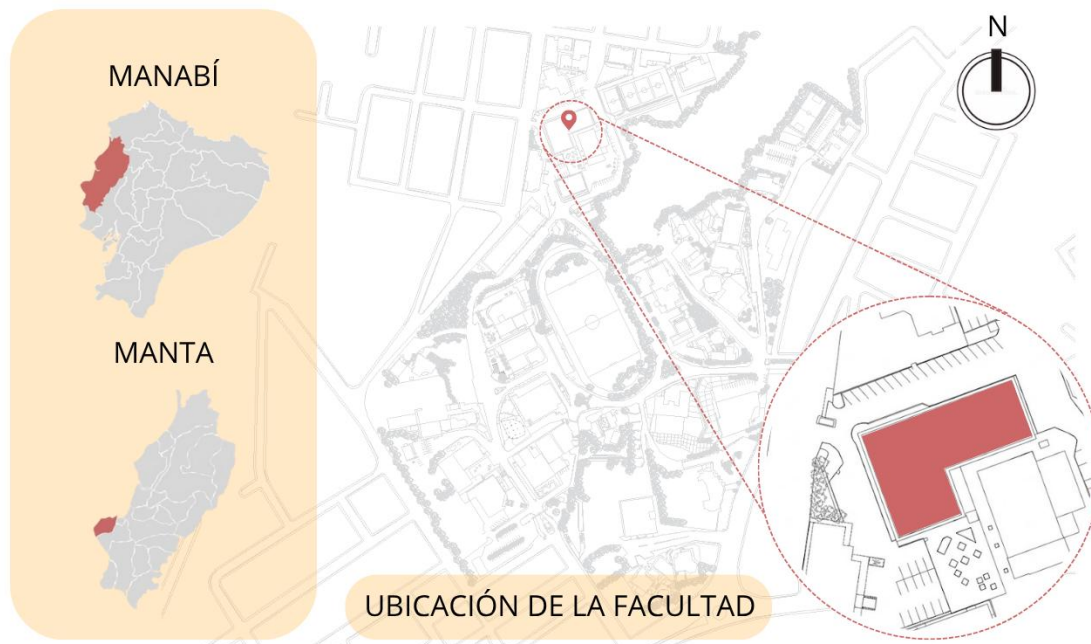
1.3. Objeto de Estudio

1.3.1. Definición de Objeto de Estudio

El objeto de estudio de esta investigación es la edificación FCACC-B13 de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí; se desarrollará bajo principios de la neuroarquitectura. Para entender de qué manera los factores influyen en su aprendizaje y convivencia en el espacio educativo y así identificar si cumple con condiciones que potencien el bienestar integral de sus usuarios.

1.3.2. Delimitación Espacial

El presente estudio de investigación se lleva a cabo en la ciudad de Manta específicamente dentro de los previos de la ULEAM, se centrará en analizar el edificio FCACC – B13 en el cual se integra varias carreras, entre ellas: Contabilidad y Auditoría, Auditoría y Control de Gestión, Finanzas y Mercadotecnia. En cuanto a las coordenadas geográficas angulares donde se encuentra el edificio son: Latitud de 0°57'02.7"S y una longitud de 80°44'44.4"W.

Figura 1.*Mapa Uleam-Manta*

Nota: El gráfico representa la ubicación del edificio FCACC – B13 de la Uleam-Manta. Fuente: Ilustración propia.

1.3.3. Delimitación temporal

La investigación se basa en experiencias sensoriales, por tal motivo, el presente trabajo de titulación se desarrollará en dos períodos académicos: 2025-2 a 2026-1, debido a que en este lapso se recolectarán datos de encuestas, análisis de resultados, entre otros, garantizando que los datos sean verídicos en base a la **experiencia actual** de los estudiantes y docentes.

1.4. Campo de Acción de la investigación

La Modalidad de titulación es Proyecto de Investigación.

La investigación se asocia a los campos de investigación de la carrera de arquitectura, enfocada en la línea 1 de **Proyectos Arquitectónicos de hábitat y/o teoría de la arquitectura**, debido a que se centra en estudiar un espacio educativo, en el cual los estudiantes y docentes se desenvuelven diariamente, ya sea en su proceso de aprendizaje o enseñanza, en otras palabras, como hábitat educativo. Además, valorar cómo la ventilación, la iluminación y la acústica, entre otros, influyen en el bienestar integral de los usuarios, permitiendo generar sugerencias para mejorar la funcionalidad del edificio.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Analizar el edificio FCACC – B13 del campus Uleam-Manta a partir de los principios de neuroarquitectura y así proponer estrategias para un óptimo ambiente de aprendizaje y enseñanza.

1.5.2. Objetivo Especifico

- Fundamentar teorías que ayuden a comprender mejor el tema de la neuroarquitectura aplicado en espacios académicos, por medio de normativas y referentes.
- Aplicar un proceso metodológico que permita comprender y recolectar información del edificio bajo principios de neuroarquitectura.
- Determinar las deficiencias de la edificación y así proponer estrategias de diseño que permitan mejorar el espacio físico y perceptual de los espacios educativos.

1.6. Justificación

1.6.1. Justificación Social

La importancia de la arquitectura en los edificios educativos no solo se basa en lo funcional, técnico y estético, sino que también influye en la transformación social. De modo que estudiarla desde la neuroarquitectura tiene un papel fundamental, ya que se basa en principios que responden a las necesidades de los usuarios, favoreciendo el proceso de formación, concentración y confort del estudiantado, personal administrativo y cuerpo de docentes.

Además, analizar el espacio físico de un edificio de enseñanza es importante, ya que es el sitio en el que se desarrollan interacciones sociales, ya que el espacio es un lugar de encuentro, donde los usuarios establecen vínculos, se relacionan con otras personas, en sí, aprenden a vivir en sociedad, de modo que un mal manejo de diseño lo limita y a la vez hace perder el sentido de pertenencia.

1.6.2. Justificación Arquitectónica

La investigación surge de la necesidad de conocer si la edificación de estudio superior se encuentra favorecedora para los usuarios, es decir, un buen diseño en los espacios, recursos materiales y tecnológicos y servicios, beneficiando el aprendizaje y el confort integral, tanto en el ámbito académico como en el desarrollo de las destrezas y habilidades de las personas.

De modo que en la actualidad y especialmente en la Uleam-Manta, hacen falta espacios modernos y accesibles que respondan a las nuevas formas de aprendizaje; por lo tanto, este trabajo permitirá contribuir en el ámbito arquitectónico con criterios técnicos y estratégicos para

futuros proyectos en el diseño de edificaciones más funcionales e inclusivas y flexibles que respondan a las necesidades emocionales y cognitivas, mejorando la calidad de la institución.

1.6.3. Justificación Académica

El valor académico que aporta esta investigación es dar a conocer la calidad de un espacio educativo y cómo repercute en el estado emocional o cognitivo del estudiante y docente, otorgando soluciones que mejoren el espacio. Además, mediante las estrategias se puede llevar a cabo un nuevo proyecto en base a una propuesta de Proyecto Integrador; en otras palabras, ser referencia para futuras tesis de otros estudiantes que quieran ampliar o seguir con la misma línea de investigación enfocada en el tema de la neuroarquitectura.

Además, esta investigación sirve de base para que los estudiantes adquieran nuevos conocimientos y más a la autora misma en crecer profesionalmente, entendiendo más a profundidad el tema de neuroarquitectura como en el adecuado diseño de espacios educativos. Incluso adquirir un mejor entendimiento para mejorar el espacio de trabajo o estudio en casa, reconociendo su importancia.

1.6.4. Justificación Institucional

La investigación representa un aporte valioso para la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, debido a que se aborda el estudio de uno de sus edificios; por lo tanto, los resultados obtenidos permiten tener una visión más clara de qué mejorar en las edificaciones futuras bajo principios de la neuroarquitectura y también qué estrategias adaptar a edificios ya construidos, favoreciendo un desarrollo integral de la institución educativa.

1.7. Tarea Científica Desarrollada

1.7.1. Tc1: Elaboración del Marco Teórico, Referencial Inherente al Tema.

Esta tarea científica se rigió en base a varios recursos relacionados con el tema de neuroarquitectura, comportamiento humano y percepción del espacio y más. Esto se realizó en base a la recopilación y lectura de artículos científicos, libros, tesis doctorales, entre otros, lo cual permitió crear una base teórica; además se complementó con la revisión de aspectos normativos y legales y referentes como (modelo de repertorio, caso de estudio), permitiendo conocer cómo otras universidades han incorporado los principios de neuroarquitectura y cómo han resuelto las problemáticas, lo cual permitió identificar qué estrategias de mejoras aplicar al edificio. En conjunto, estos recursos sustentan y aportan el entendimiento del tema de investigación, permitiendo crear una base sólida para comprender cómo un espacio mal diseñado influye en el confort del usuario.

1.7.2. Tc2: Elaboración del Diseño Metodológico que se llevará a Efecto en la Investigación

Se empleó un enfoque mixto que integra el método cualitativo y cuantitativo, por lo cual permitió obtener datos más concretos respecto a cómo perciben el lugar en base a entrevista directa y encuestas dirigidas a estudiantes y docentes administrativos. De igual manera, se utilizó herramienta de medición lumínica (luxómetro) y acústica (sonómetro) en base a los datos establecidos por la norma INEN- Ecuador.

1.7.3. Tc3: Determinación del Diagnóstico y Resultado de la Investigación.

En la fase de diagnóstico y resultado, mediante la aplicación de encuesta y entrevista, se obtuvieron resultados más concretos respecto al confort ambiental de los diversos espacios y por los equipos de medición, se obtuvo: en el luxómetro se evidenció diferencia de niveles de iluminación en los espacios y el sonómetro permitió evaluar los niveles de presión de ruido, lo cual permitió efectuar una valoración integral actual del edificio.

2. Capítulo 1. Marco Teórico, Referencial y Legal

2.1. Marco Antropológico

La arquitectura a lo largo de la vida del ser humano ha estado presente en cómo se ha desarrollado y cambiado su modo de habitar, puesto que los espacios construidos han sido en respuesta a condiciones sociales, culturales, simbólicas, costumbres y ambientales en cada época, en otras palabras, la arquitectura se ha ido moldeando y evolucionando según la demanda y necesidades de la sociedad.

Así como lo menciona Sánchez (2017): “Con el tiempo, los espacios han cambiado en respuesta a la necesidad del usuario (desde la prehistoria), modificando los espacios en que sea habitable y útil con los nuevos requisitos espaciales que cumplan con mejorar la calidad espacial y la calidad de vida no solo del usuario, sino también de una sociedad; en sí, la arquitectura ha sido mutable y cambiante”.

En complemento, la arquitectura se origina y ha evolucionado principalmente por el hombre debido a sus cambios constantes de modo de vida o modo de habitar, de la cual el diseño del espacio se centra en que sea habitable, satisfaga las necesidades cambiantes del ser humano y el sentido de pertenencia.

La concepción del espacio arquitectónico ha evolucionado primeramente desde el descubrimiento del fuego como centro de agrupación social; después se desarrolla el diálogo como medio de comunicación y la construcción de refugio como espacios habitables. Entre las primeras manifestaciones ha sido mediante cuevas, chozas y cabañas.

“La experiencia del nomadismo y el sentido de pertenencia del indígena son los sustratos que orientan la forma y la materialidad de estas construcciones” (Saldarriaga Roa, 2019). En este sentido, desde un inicio, cuando las construcciones no eran fijas sino temporales, marcó el principio de cómo el ser humano se relacionaba con el espacio, otorgando sentido de pertenencia y las bases de una vida comunitaria, es decir, desde que el hombre se refugiaba en cuevas y desde que se convirtió en sedentario, se inició la modificación del espacio percibido.

Pero desde la pandemia del COVID-2019, el espacio pasó por una transformación inmensa, cambiando radicalmente el modo de utilizar cada ambiente, sea público o privado. Debido a las medidas de confinamiento y la virtualidad, otorga un giro abrupto respecto al trabajo, la educación, las relaciones sociales y otros, cambiando totalmente la percepción y uso del espacio, en el cual los usuarios se vieron limitados y frustrados con el diseño arquitectónico de sus viviendas.

De modo que esta situación muestra que el diseño arquitectónico no estaba apto para recibir clases en casa, trabajar desde casa, usando el espacio social como oficina, no tener área verde o libre para disfrutar el exterior, lo que influye directamente en la salud mental y emociones del usuario.

Como lo mencionan Di Virgilio & Perelman (2022)

Los modos de habitar la ciudad se vieron fuertemente marcados por la pandemia y el ámbito doméstico adquirió una centralidad inusitada. Las medidas de confinamiento impulsaron cambios en la territorialidad doméstica en función de los nuevos usos, como

el teletrabajo, la escolaridad a distancia, la actividad física remota, etc.; en función de las múltiples temporalidades.

Para finalizar, en la actualidad, el modo de vida y de habitar ha cambiado con los avances tecnológicos y la digitalización; los espacios han sido transformados, como lo menciona Ortega (2018) “La tecnología se ha vuelto un acompañante omnipresente en cada actividad o responsabilidad, convirtiendo el estilo de vida más fácil.”

2.2. Marco Teórico

El marco teórico se desarrolla con la finalidad de fundamentar las bases teóricas principales que sustenta el tema de investigación. De modo que este apartado reúne los aportes teóricos primordiales que explican cómo se relaciona el ser humano con el espacio (cerebro - espacio). Además, permite comprender como la neuroarquitectura influye en el proceso de diseño de los espacios académicos.

2.2.1. Teoría de la Neurociencia

El término “neuro” es hoy en día integrado a varias disciplinas, obteniendo nuevos conceptos como neuroarquitectura, neuroeducación, neurodesarrollo, neuroplasticidad y otros. Este aumento responde a la necesidad de entender cómo el sistema nervioso influye en todas las capacidades de la vida del hombre. No obstante, “la neurociencia no se enfoca en analizar el cerebro de forma separada, si no que su objeto de estudio se basa en el análisis del sistema nervioso completo” (Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development , 2019).

En sí, la neurociencia es una disciplina que abarca el estudio del desarrollo del sistema nervioso desde el nivel celular, neuronas y neurotransmisores, hasta lo más complejo, con la idea de entender la conducta, la cognición, el aprendizaje y las emociones, con el objetivo de comprender cómo se relacionan y manifiestan en la vida del ser humano las diversas áreas que componen el sistema nervioso.

Al inicio, el desarrollo de la neurociencia se basaba en el uso de herramientas de observación de la conducta y medición del sistema nervioso (cerebro) ; con el avance tecnológico, se innovaron nuevas maneras y equipos como la resonancia magnética, la tomografía y el electroencefalograma, lo cual permite analizar qué zonas cerebrales se activan al momento de realizar una actividad, por ejemplo, la lectura y las tomas de decisiones (Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development , 2019) .

Gracias a estos avances, el estudio del cerebro es mucho menos complejo y más verídico para comprender la relación entre la estructura cerebral y la función.

Un concepto importante en considerar es la plasticidad cerebral, ya que, desde su origen, la neurociencia ha descifrado varios misterios del cerebro, permitiéndonos comprender cómo las experiencias pueden moldear su estructura y funcionamiento, experimentando cambios significativos. Esta plasticidad es la base del aprendizaje y de la adaptación del hombre al mundo que le rodea. No obstante, no es igual la de un niño a la de una persona adulta o mayor. (Quintero Fajardo & Domínguez Ayala, 2025, pág. 44) .

También Campora (2019) define que por medio de la neurociencia se permite estudiar al hombre, al comprender cómo la mente percibe, procesa y responde a los estímulos del entorno, además de entender cómo nos movemos en cada espacio, cómo recordamos y pensamos en cada situación, con el propósito de establecer una relación equilibrada entre el espacio físico que habitamos con los procesos mentales.

De modo que los cambios en el entorno construido modifican el cerebro y, por consiguiente, la conducta del ser humano. Esto se dio en 1998 gracias a los neurocientíficos Fred Gage y Peter Eriksson, quienes descubrieron que el cerebro humano en la edad adulta genera nuevas células nerviosas (neuronas) si se encuentra en un entorno estimulante (Ochoa, 2021).

Por lo cual estos indicadores generaron la integración de la neurociencia con la arquitectura, creando una nueva disciplina llamada neuroarquitectura, donde la neurociencia es la unión de todas las ramas científicas, se encarga de estudiar cómo se compone la estructura del sistema nervioso; en cambio, en la arquitectura, es el medio por el cual se permite diseñar espacios que respondan a los estímulos neuronales del ser humano, En otras palabras, la neurociencia es la guía teórica en base a estudios científicos y la arquitectura exterioriza e interpreta este conocimiento, con la finalidad de diseñar espacios que ayuden a mejorar la experiencia de las personas.

2.2.2. Teoría de la Neuroarquitectura en Espacios de Aprendizajes Universitarios.

Definición de Neuroarquitectura

La neuroarquitectura es un enfoque interdisciplinario que combina la neurociencia, la psicología y la arquitectura, lo cual permite estudiar cómo el entorno construido influye en los

estímulos cerebrales respecto a las emociones, comportamiento, bienestar y confort del ser humano. En el enfoque tradicional, el diseño se centra en que sea funcional y estético, en cambio, la neuroarquitectura busca entender cómo el cerebro responde al espacio, lo cual permite identificar aspectos positivos y negativos, información importante para enriquecer la experiencia del usuario.

Desde esta perspectiva, la neuroarquitectura se apoya en base a los avances alcanzados en los últimos años, principalmente la creación de la técnica de neuroimagen, permitiendo entender cómo se relacionan la percepción, el cerebro y el espacio físico. Este último elemento demuestra que no solo se centra en cumplir la función según el uso, sino en generar reacciones cognitivas y fisiológicas, priorizando el bienestar integral.

Como lo define Campora (2019) :

La neuroarquitectura es la ciencia que estudia cómo el espacio afecta a la mente humana, es como interpretar el arte de los espacios que abre nuevas dimensiones con nuevos criterios para moldear nuestro entorno físico, es intimar con el cerebro para entender cómo funciona en los espacios que favorecen ciertos estados de ánimo junto con los espacios que concuerdan con nuestro bienestar no solo físico, sino también mental (pág.1)

En este sentido, señala que el diseño arquitectónico no se basa solo en la forma y función, sino que también influye en el aspecto cognitivo y emocional de quien lo habita, favoreciendo experiencias positivas y eficientes en los usuarios.

Relacionándolo con edificios académicos, este enfoque se vuelve importante en el sector de la educación, ya que no solo depende de técnicas pedagógicas, sino también de las condiciones

físicas de los diversos ambientes que conforman la edificación, de modo que, a través de la neuroarquitectura, considera que los espacios deben diseñarse considerando factores ambientales que influyan en la concentración, disminuir el estrés y la fatiga, incentivar las relaciones sociales y el bienestar humano.

La neuroarquitectura aplicada a espacios universitarios.

La neuroarquitectura resalta que los edificios universitarios deben analizarse como un espacio que modifica e impacta en el desarrollo de la vida diaria de las personas, puesto que la permanencia prolongada de los docentes y estudiantes en el espacio interior repercute en la concentración, en la interacción social y en el desempeño académico y laboral.

Como señala Acaso (2013), que los espacios universitarios deben ser concebidos como un espacio abierto, cálido y flexible para toda la comunidad académica, dejando atrás un ambiente cerrado, frío y centrado principalmente por el docente para transformarse en un lugar habitado en el cual favorezca el intercambio de conocimiento y bienestar integral.

Esto quiere decir que el proceso de enseñanza y aprendizaje no depende solo de estrategias pedagógicas o como un elemento neutral, también parte del entorno, de modo que aplicar neuroarquitectura a los espacios del sector académico deja de ser catalogado como un lugar en que solo se imparten conocimientos, sino como un factor que impacta en la experiencia y bienestar de estudiantes y docentes dentro de un espacio.

De la misma manera, Barret et al. (2015) indican en su estudio, que el diseño de los espacios académicos debe diseñarse en base a cómo el espacio físico impacta en la salud, bienestar y desempeño del ser humano.

“Dado que las personas ahora pasan una cantidad considerable de tiempo en interiores aprendiendo y trabajando, la calidad ambiental interior podría afectar significativamente las funciones cognitivas de los ocupantes y, por lo tanto, su rendimiento en el aprendizaje y el trabajo” (Wang et al., 2021, p. 4) .

En este sentido, la relación que existe de lo construido y las funciones cognitivas se ha abordado en varias investigaciones respecto al estudio de la calidad ambiental interior, a través de las diferentes condiciones físicas presentes en los edificios. De modo que es importante para el diseño arquitectónico promover el bienestar integral de los usuarios.

2.2.3. Calidad Ambiental interior como principio de Neuroarquitectura

La neuroarquitectura reconoce que las condiciones ambientales que experimentan las personas cuando habitan un espacio construido no dependen solo de la distribución funcional ni de la forma arquitectónica, sino de evaluar cómo el espacio físico influye en el comportamiento, en las emociones, en lo cognitivo y en la salud de las personas. Donde varias investigaciones han demostrado que la calidad del ambiente interior influye directamente en la satisfacción y luego en el rendimiento de los estudiantes (Villarreal et al. 2023)

Además, algunas investigaciones recientes han resaltado la importancia de incorporar en el análisis y diseño de edificaciones variables de iluminación, ruido y calidad de aire, no solo dar más énfasis al confort térmico, de modo que permite comprender en conjunto la experiencia del usuario. Cómo lo menciona el autor Wang et al., (2021) :

“La calidad ambiental interior (CAI) se divide en cinco factores: calidad del aire interior, ambiente térmico, iluminación, ruido y factores visuales no lumínicos, influyendo en el desarrollo cognitivo de los ocupantes”(pág.29)

De modo que dichos factores repercuten en la concentración, la memoria, la percepción y la atención, ya sea de forma positiva o desventajosa durante la realización de actividades, sean de estudio o trabajo, dentro de la edificación arquitectónica. Como lo menciona Villarreal et.al (2023), en su investigación, la UNESCO y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), indican que se deben garantizar condiciones interiores óptimas respecto al confort ambiental: acústico, lumínico, calidad de aire y visual del espacio, ya que impacta favorablemente en el rendimiento y bienestar de los usuarios.

Referente a la neuroarquitectura, hace énfasis a que los estímulos cerebrales se procesan de forma combinada, no separada, de modo que analiza los datos recaudados de temperatura, iluminación, acústica, colores, materiales y características del espacio físico, para formar la experiencia del lugar. Por lo tanto, Barret et.al (2015) mencionan que el entorno construido se mide por múltiples entradas sensoriales que el cerebro interpreta de forma unificada y no aislada por factores.

Por lo tanto, la investigación centra su análisis en dos componentes ambientales: calidad lumínica y calidad acústica, debido a que tienen mayor influencia respecto al confort, percepción y funcionamiento cognitivo de los ocupantes, sin dejar aún de lado la radiación solar en repuestas de la luz, deslumbramiento y temperatura del edificio.

Calidad lumínica desde el enfoque de la neuroarquitectura.

A través de los principios de neuroarquitectura, la luz deja de entenderse como un elemento que permite la visibilidad en un espacio; se considera un componente ambiental que influye en el comportamiento, emociones y procesos cognitivos, de modo que se debe asegurar una excelente calidad lumínica en beneficio de mejor concentración, mejor desempeño académico, reducción de fatiga visual, entre otros beneficios durante el desarrollo de actividades académicas y laborales.

Campora (2019) menciona que la iluminación genera estímulos que son procesado por el cerebro mediante el sentido de la vista, lo cual considera que la iluminación natural y artificial influye en el bienestar, estado de ánimo, la concentración y el desempeño de las personas. Así mismo, el autor indica que la mala calidad lumínica provoca que el cerebro se esfuerce más para procesar la información, además hace énfasis que el diseño arquitectónico que considera un manejo adecuado de iluminación y apropiada orientación y tamaño de ventana favorece a los usuarios a una mejor atención, concentración, relajación y creatividad.

Por otra parte, la mayor disponibilidad de luz natural no siempre es óptima, puesto que la radiación directa del sol genera en el espacio deslumbramiento, por lo cual es importante controlar la iluminación directa con estrategias de diseño eficiente; así mismo, una mala calidad de iluminación artificial provoca dolores de cabeza y cansancio visual y rendimiento bajo en los usuarios (Barret et al. 2015).

Por consiguiente, la iluminación es uno de los factores importantes para la neuroarquitectura, puesto que no se centra en verificar si existen niveles óptimos según normas; también se enfoca en estudiar cómo influye en el bienestar y confort de las personas.

Calidad acústica desde el enfoque de la neuroarquitectura.

Un ambiente acústico óptimo o desfavorable repercute en cómo la persona procesa y percibe los estímulos sonoros. El control del ruido de un espacio favorece un mejor entendimiento del habla y mejor bienestar durante la permanencia dentro del edificio; sin embargo, las condiciones deficientes inciden desfavorablemente en los procesos cognitivos, en el aprendizaje y en la salud mental. Mealings (2023) mediante la revisión de varios estudios relacionados con espacios académico, menciona que las malas condiciones acústicas influyen en la comprensión auditiva, la lectura y escritura, la percepción del habla, el rendimiento matemático, en el comportamiento, el bienestar y salud física y mental de los ocupantes, por lo que considera que el ambiente académico debe diseñarse para beneficiar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

“Entre los aspectos que forman parte del comportamiento sonoro se encuentran el tiempo de reverberación y el ruido de fondo” (Mealings, 2023, pág. 279). Elementos que inciden en el confort acústico de un espacio, más aún en aulas de clases donde el tiempo de reverberación prolongada se debe a los materiales de la infraestructura, forma o diseño del aula y elementos mobiliarios que se requieren, además de que el ruido interno del espacio se genera principalmente por aires acondicionados, ventiladores, ruido externo de pasillos y otros, volviéndose un problema en el confort acústico.

Como se menciona en el estudio *Conceptual framework of acoustic comfort design enablers for a classroom: A systematic review (2024)* indica que los elementos de materiales, volumen, distribución espacial, fuentes de ruido y ocupación forman parte a considerar en el diseño del confort acústico en un aula o espacio de trabajo.

Por ende, la calidad acústica debe considerarse al momento de diseñar un equipamiento arquitectónico, mediante estrategias de diseño que ayuden a controlar el nivel de ruido y tiempo de reverberación, por ejemplo, mobiliarios y accesorios textiles, materiales fonoabsorbentes y mejor distribución espacial. Como afirma el autor Razali et al. (2024) en su estudio, que un rendimiento acústico adecuado influye en mejor interacción social, mejor concentración y atención, mientras tanto, al estar expuesto a un ambiente sonoro inadecuado y constante, perjudica a los procesos cognitivos como la memoria, la atención, la motivación y habilidades numéricas.

Confort térmico desde el enfoque de la neuroarquitectura.

Desde el enfoque neuroarquitectónico, el confort térmico forma parte de analizar la calidad ambiental de un espacio con la finalidad de generar satisfacción al usuario, debido a que este factor afecta la experiencia espacial de los usuarios, principalmente en el bienestar integral. Por otra parte, la percepción del confort no solo depende de la temperatura del aire, sino también de los siguientes factores: la orientación del edificio, la ventilación natural, los materiales y cómo impacta la radiación solar a la envolvente.

De modo que, mantener una temperatura interna agradable impacta de manera importante en el rendimiento cognitivo, la motivación y la satisfacción de los usuarios en espacios educativos, en la cual menciona que, en base a un estudio en Johannesburgo, descubrió que las altas temperaturas afectan la percepción térmica, ocasionaba cansancio, sueño, menor concentración y percepción de un ambiente más incómodo (Kirkil, 2025).

Como lo afirma Romero Muñoz (2025), “el confort térmico en los espacios universitarios influye directamente en el bienestar físico, cognitivo y emocional de estudiantes y docentes, afectando su disposición y rendimiento académico”

Por lo tanto, el control de los factores de temperatura, humedad y ventilación produce mayor concentración, reduce el estrés, genera buen humor e incrementa la productividad de las personas. Más aún en espacios universitarios donde su permanencia es prolongada, de modo que mantener buenas condiciones térmicas provee que la permanencia de los estudiantes, docentes o visitantes sea confortable.

2.2.4. Teoría de Psicología Ambiental en Espacios de Aprendizaje Universitario

Psicología Ambiental y Percepción del espacio

La psicología precede a la psicología ambiental, es una disciplina que guarda relación entre el espacio físico y el ser humano, en la que analiza cómo el entorno construido influye en las emociones, comportamiento y bienestar de la persona. Por lo cual demuestra que el entorno no es neutral, puesto que se involucra en la experiencia del hombre de forma activa, por ejemplo, en procesos de aprendizajes y relaciones sociales.

Como lo define Sánchez (2017), la psicología ambiental es una rama de la psicología para que el estudiante de arquitectura conozca mejor al usuario, es decir, conozca sus expectativas y experiencia del espacio que habita, permitiendo diseñar y reconfigurar adecuadamente los espacios a intervenir.

“En este sentido, la psicología ambiental aporta conocimiento sobre cómo los espacios pueden influir en la salud mental y el comportamiento, colaborando con arquitectos y urbanistas para crear entornos que favorezcan el bienestar y la interacción social” (Calagreti, 2025).

Uno de los campos que se considera en la psicología ambiental es la percepción del espacio, puesto que permite al cuerpo físico relacionarse con el entorno. Esto se basa principalmente en el sentido visual, sin embargo, se complementa con el sistema auditivo, el tacto, lo auditivo y olfativo, es decir, que el ser humano percibe el entorno mediante un proceso multisensorial. Como lo menciona Pallasma (2019) en su libro *Ojos de la piel*, menciona la importancia de una arquitectura multisensorial, que vaya más allá de la percepción puramente visual, sino mediante todos los sentidos en partes iguales, donde integre la piel, el olfato, el oído, la lengua y la experiencia corpórea, permitiendo al usuario crear recuerdos positivos y negativos de los lugares que habitan. Por lo tanto, el bienestar ambiental depende de cómo las personas perciben y habitan el espacio.

Una de las principales características de la psicología ambiental es la integración de varias disciplinas, entre ellas la sociología, la arquitectura, la ecología y la geografía. Permitiendo abordar desafíos ambientales complejos y entender cómo el entorno urbano y construido influye en la salud mental y el comportamiento del ser humano (Calagreti, 2025).

Por lo cual, la psicología ambiental es un elemento fundamental para el diseño de infraestructura educativa o de otra actividad, puesto que permite comprender mejor al usuario, como habita un espacio y así poder elaborar un entorno agradable según sus necesidades sin

afectar su salud emocional y física, en universidades donde docentes, estudiantes y personal administrativo permanecen varias horas dentro del edificio.

Relación entre el ambiente construido y el comportamiento humano.

El eje principal que transforma la manera de habitar un espacio es lo que ya está construido o creado por el ser humano, lo cual abarca todo elemento que forma parte de una ciudad, como trazado de vías, espacios públicos, edificaciones, infraestructura y otros. De tal motivo, el comportamiento de las personas es modificado según cómo esté construido el entorno.

Por lo tanto, la importancia de la distribución espacial y el correcto empleo del diseño interior, arquitectónico y urbano, pensando no solo en normativas técnicas, sino en cómo el hombre habita un espacio inconscientemente, respecto a la forma de pensar, de sentir y actuar, además, moldea constantemente el comportamiento humano y repercute en la salud y el bienestar.

Por consiguiente, en el aspecto de edificios universitarios, puede repercutir en el estado de ánimo, comportamiento, comodidad y productividad de los docentes y estudiantes. Por ejemplo, un aula con buena iluminación, ventilación, mobiliario ergonómico, ordenado y limpio genera una experiencia espacial más enriquecedora, lo cual beneficia en un mejor rendimiento, mayor concentración e incremento de la creatividad, sin embargo, un ambiente con un confort térmico inadecuado, desordenado e incómodo, generando un estado de sobrecarga, estrés, desconcentración e irritabilidad.

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. *Neuroplasticidad o Plasticidad Cerebral*

En su estudio, el autor Domínguez Ayala & Quintero Fajardo (2025) menciona que la plasticidad cerebral es la capacidad del cerebro de adaptarse a las nuevas experiencias y desafíos que enfrenta el ser humano a lo largo de la vida, en respuesta a las variaciones del entorno, debido a la plasticidad que tiene el cerebro para cambiar y modificar su estructura, además de fortalecer o debilitar las conexiones neuronales. Para el Psicólogo Triglia (2016), menciona “la Neuroplasticidad hace referencia a la capacidad del sistema nervioso en modificarse y adaptarse al momento de interactuar con el entorno.

En sí, la plasticidad cerebral es la habilidad que posee el cerebro en aprender, por los cambios constante que se percibe en el ambiente, modificando experiencias tanto positivas y negativas a lo largo de la vida, por lo cual permite al cerebro aprender nuevas habilidades, experiencias y aprendizaje, aportando resiliencia, creación de nuevas neuronas y adaptabilidad al entorno.

Como se evidencia mediante un estudio de Diamond (*Chemical and Anatomical Plasticity of Brain*) quienes realizaron un experimento con ratas, pero, en base a dos condiciones ambientales diferentes. Se experimentó con 13 ratas dividido en dos jaulas, una de las jaulas se ubicaron 12 ratas con un ambiente más estimulante, y una jaula con un solo ratón con un ambiente menos enriquecido, durante 80 días. Después Diamond analizó el cerebro de los animales descubriendo que las ratas en un espacio más estimulante habían desarrollado una corteza cerebral más gruesa, superando un 6% que la rata empobrecida, demostrando que el cerebro se desarrolla en respuesta

a los estímulos del entorno, lo cual considera que el cerebro debe permanecer activo durante el largo de la vida para un desarrollo sano (Razkin, 2020).

2.3.2. Iluminación

La luz es la radiación electromagnética que es percibida por el ojo del ser humano; su emisión es de fotones que se desplazan en línea recta a una velocidad constante de 299.792.44.58 metros por segundo. La iluminación en arquitectura es fundamental en cada espacio, ya que repercute en el confort visual y bienestar para los usuarios. La iluminación se divide en dos tipos, entre ellos; la natural y la artificial.

- **Natural:** La luz natural es proveniente del sol. Este tipo de luz actúa como un ente regulador biológico, cuando el espacio está bien iluminado, de modo que una adecuada orientación de las aberturas produce serotonina y melatonina, generando bienestar en el día y descanso en la noche. Mediante la neuroarquitectura, es considerada una de las fuentes de iluminación más efectivas y agradables, debido a que otorga beneficios como mejorar el estado de ánimo, la productividad y la salud.
- **Artificial:** La luz artificial creada por el hombre, se genera por medios tecnológicos, como luces LED, incandescentes y dispositivos en estado sólido emisores de luz, donde su intensidad es regulable según la función, actividad y necesidad del ser humano. La ventaja de ajustar el nivel lumínico ayuda a la concentración, comodidad y a disminuir la fatiga visual.

En la perspectiva de la neuroarquitectura, Alejandro Cabrera (2023) la iluminación se utiliza para crear diferentes estados de ánimo y ambientes, dependiendo del propósito del espacio, generando un ambiente saludable y respetuoso con el ritmo circadiano del cuerpo. El ritmo circadiano es el ciclo natural del cuerpo que regula la actividad y el sueño, y está influenciado por la exposición a la luz o la ausencia de esta.

Se debe realizar una adecuada selección del tipo de iluminación y adaptada a la necesidad del espacio para crear ambientes saludables y confortables para el usuario y así evitar fatiga, cansancio; en otras palabras, un espacio incómodo y disfuncional.

Por otra parte, mediante un experimento se ha demostrado que la luz con diferentes temperaturas y color repercute significativamente en el bienestar y rendimiento cognitivo de los estudiantes. Se realizó probando diferentes temperaturas de color (3000, 4000 y 5700 K) y niveles de iluminación (650 y 1050 lux), determinando una temperatura de color óptima de 4000 K para un espacio de aprendizaje satisfactorio; sin embargo, se identificó un sesgo de género en la prueba de memoria de trabajo, donde se evidenció que las mujeres son más sensibles al deslumbramiento (Yang & Yong Jeon, 2020). Concluyendo que una temperatura de color es más acorde que la iluminancia, ya que genera mayor confort.

Referente a qué criterios se debe considerar para una mejor posición de luminaria en un aula, es debido a varios factores, entre ellos la proximidad a la ventana, la altura del techo, orientación y posición de los pupitres, la especificación técnica de las luminarias y la ubicación de la pizarra, para evitar el reflejo de luz al tablero y superficies brillantes. Uno de los principales problemas

en la ubicación e intensidad de la luz es debido al deslumbramiento a la pizarra, afectando la visión y rendimiento académico de los usuarios.

2.3.3. El Color

El color influye directamente en el cerebro, sobre todo en las emociones, la productividad y el ánimo. De modo que la psicología del color es muy importante para los diseñadores, arquitectos y otros, para la creación de espacios que generen un efecto beneficioso en el ser humano (Alejandro Cabrera, 2023).

Por eso, usar el color de forma estratégica ayuda a generar un ambiente más armónico y favorable para el usuario, ya que aplicarlo en cualquier proyecto arquitectónico genera diversas emociones y sensaciones, de modo que es importante analizar qué color aplicar en un espacio según la actividad a realizar, por ejemplo: Los tonos cálidos (rojo y naranja) estimulan la energía; en cambio, los tonos asociados a la naturaleza (azules, verde y amarillo) ayudan a reducir el estrés y relajan.

Sobre la psicología del color se han desarrollado lo siguiente, según Pereira (2018), es:

- **Azul:** Referente a lo decorativo genera al espacio mayor fluidez, amplitud y mayor concentración. Además, genera la sensación de positividad, confianza, armonía y seguridad.
- **Amarillo:** Se relaciona con el optimismo, curiosidad, ambiente luminoso y sentimientos agradables. Sin embargo, también es asociado a la inteligencia o inestabilidad mental.

- **Rojo:** Se evidencia fuerte carga emocional, energía, excitación e impulso, más que por lo reflexivo, debido a su intensidad de llamar la atención.
- **Verde:** Asociado a la vida y naturalidad. Color más relajante que transmite calma, esperanza, serenidad y bienestar. Se relaciona con el área de salud.
- **Naranja:** Color que genera estimulación a las personas tímidas y triste, ya que genera exaltación, entusiasmo, euforia y creatividad.
- **Violeta:** Transmite bienestar, calma y suavidad.

Mediante algunos estudios aplicados en entornos universitarios sobre el color en el espacio interior, se obtiene como resultados que el tono frío o de alto contraste favorece a la memoria y atención. En cambio, los tonos cálidos sobre estimulan al estudiante, de modo que se recomienda el uso en espacios más creativos, en pasillos o en espacios de interacción social, pero de manera controlada. Por ese motivo, se recomienda en espacios de aprendizaje que conlleven alta concentración los colores de tonalidad fría.

2.3.4. La forma y la geometría.

La forma arquitectónica y la geometría del espacio influyen en los seres humanos. Mediante un estudio de *El impacto del diseño de espacios de aprendizaje en la atención y la memoria desde un enfoque neuroarquitectónico: una revisión sistemática*, Llinares et al. (2022) ha demostrado que el espacio con techos bajos afecta negativamente al aprendizaje de los adultos, generando una sensación de confinamiento; esto afecta principalmente a actividades de comprensión auditiva. En cambio, los espacios con techos altos perciben la sensación de libertad.

Además, Elbaiuomy et al. (2019) investigaciones centradas en la curvatura y la geometría espacial señalan que los espacios curvilíneos con techos altos activan de manera atractiva los sistemas neuronales vinculados a la atención y la percepción visoespacial, especialmente en la corriente dorsal del cerebro. Además, la corteza cingulada media anterior se ve estimulada en este tipo de entornos, lo que contribuye a mejorar la toma de decisiones relacionadas con la orientación y la salida en espacios cerrados.

Por lo tanto, la forma y geometría adecuada para un espacio de aprendizaje se basan en implementar techos altos, geometrías abiertas y formas curvilíneas, favoreciendo a los usuarios en mayor concentración, mejor desempeño académico, bienestar integral, etcétera, y así evitar el encierro y desarrollo de percepciones negativas.

2.3.5. La textura

La textura es un elemento primordial en los proyectos arquitectónicos y urbanísticos, debido a que repercute en la percepción emocional, sensorial y cognitiva en el ser humano al momento de habitar un lugar; además, es la manera en la que el cerebro interpreta el entorno construido.

Referente a las texturas suaves y rugosas, se denota una gran diferencia en cuestión de percepción y sensaciones, puesto que la primera genera tranquilidad y confort, generando un sentimiento positivo y más relajado; en cambio, la textura rugosa genera una percepción más ruda, lo que puede generar incomodidad si no se usa de forma equilibrada.

Entre los tipos de textura se divide en cuatro que son:

Tabla 1.
Tipos de textura

Tipos de Textura	Concepto
Natural	Es la que se encuentra en la naturaleza, como rocas, hojas, madera, animales, etc.
Artificial	Es la creada por el hombre, por ejemplo: el tacto áspero de una lija.
Táctiles	Se percibe mediante dos sentidos: el tacto y la vista. Se compone de relieve tridimensional, en el cual se percibe diferente textura: suaves, rugosas, lisa, etc.
Visuales	Textura de dos dimensiones y percibida por la vista. Su representación es gráfica y no posee relieve. Ejemplo: pintura, fotografía, etc.

Nota: Tipos de texturas. Elaboración propia

2.3.6. La Acústica

Se refiere al control del sonido en un espacio, ya que el ruido excesivo afecta la concentración, disminuye la eficiencia y genera estrés, perjudicando el confort auditivo y del espacio, creando una sensación de inconformidad y a la vez molestia o enfado. Ya que el estrés producido por el ruido puede inducir la liberación de la hormona cortisol, que ayuda a restaurar la homeostasis del cuerpo después de una experiencia negativa.

Por lo tanto, la alteración de esta hormona de forma constante perjudica, generando estrés fisiológico continuo; afecta al individuo tanto en sus emociones como en su comportamiento, de modo que es importante realizar una adecuada planificación acústica y así evitar crear entornos desfavorables.

El nivel de sonido recomendable para el ser humano depende del contexto y la duración de la exposición al sonido. En general, se considera que el umbral de dolor se encuentra alrededor de 120 decibelios (dB), pero mucho antes de alcanzar ese nivel, la exposición prolongada al ruido puede causar daño auditivo permanente (Organización Mundial de la Salud, 2022).

El rango de nivel acústico acorde es entre 25 y 40 decibelios, de modo que el entorno de aprendizaje debe tener una buena insonorización y una adecuada dirección por parte del docente en el aula de clase, generando un ambiente más tranquilo y confortable para el proceso de aprendizaje, además múltiples beneficios como mayor concentración, mejor comunicación y desarrollo de la neuro plasticidad del cerebro, garantizando una enseñanza de calidad (UNIR REVISTA, 2019). Para mejorar la acústica del espacio, a continuación, se describirá algunos materiales, entre ellos:

Tabla 2.

Tipos de materiales acústicos

Material	Descripción
Paneles Acústicos	Elemento diseñado para reducir el eco, absorber sonido y reducir la reverberación dentro de una habitación. Existen de diversos materiales como espuma acústica, lana de roca, madera, plástico reciclado y otros.
Alfombra y Cortinas	Cortinas acústicas de tela gruesa, compuesta por una cámara de aire intermedia, con la finalidad de proporcionar amortiguador acústico y disminución del eco en un espacio.
Techos suspendidos	Falso techo que se ubica debajo de losa o cubierta, en la cual se genera un vacío que actúa como amortiguador natural, mejorando el sonido en un ambiente.
Paredes divisorias acústicas	Elemento que ayuda a reducir la reverberación de un espacio; su finalidad es absorber el sonido y controlar el eco de un espacio.

Nota. Materiales acústicos. Fuente tomado de (Alejandro Cabrera, 2023)

2.4. Marco Jurídico y Normativo

El marco normativo se desarrolla en base a normativas nacionales e internacionales, de las cuales se mencionan los lineamientos a cumplir para diseñar espacios adecuados que permitan un óptimo desarrollo integral de los seres humanos en cualquier ambiente, en este caso asegurar espacios académicos de calidad.

2.4.1. Constitución del Ecuador.

Con relación a la educación, bienestar, salud y entorno, la Constitución del Ecuador ha establecido varios artículos que garantiza y protege estos derechos. De modo que se enfoca en el Art.14 que dice *“Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir sumak kawsay”* (Ecuador, 2021)

Por lo tanto, en el aspecto educativo el estado garantiza el acceso a la educación como un derecho fundamental e importante para todo ser humano, por este motivo debe desarrollarse en un ambiente físico favorable para maximizar un buen aprendizaje, como se menciona en los siguientes artículos:

Art.26 *“La educación es un derecho de las personas a lo largo de su vida y un deber ineludible e inexcusable del Estado”* (Ecuador, 2021).

Art.27 *“La educación se centrará en el ser humano y garantizará su desarrollo holístico, en el marco del respeto a los derechos humanos, al medio ambiente sustentable y a la democracia; será participativa, obligatoria, intercultural, democrática, incluyente y diversa, de calidad y calidez; impulsará la equidad de género, la justicia, la solidaridad y la paz; estimulará el*

sentido crítico, el arte y la cultura física, la iniciativa individual y comunitaria, y el desarrollo de competencias y capacidades para crear y trabajar” (Ecuador, 2021).

Garantizado así la calidad del espacio educativo, con condiciones adecuadas que fomente un desarrollo emocional, social y cognitivo.

Por consiguiente, en el Art.32 se menciona *“La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir”* (Ecuador, 2021). Lo que hace referencia a que las edificaciones deben transmitir espacios saludables que impacten positivamente al usuario favoreciendo el bienestar integral.

2.4.2. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Mediante el análisis de los 17 ODS establecido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en la Agenda 2030, en la cual se promueve un desarrollo integral en lo social, educativo y urbano. Por lo tanto, se identifica algunos objetivos que se relaciona al estudio de investigación, de manera directa el ODS 4 - Educación de calidad, en la que se fundamenta con el objetivo de “garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos” (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2025).

Este objetivo aporta en mejorar el proceso de aprendizaje mediante espacios académico que incentive el desarrollo de creatividad, concentración, motivación y a la vez espacios pensados para todos los usuarios. Asimismo, se relaciona con la ODS 3 – Salud y Bienestar, con el

objetivo “garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades”, (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2025). Por lo tanto, se considera diseñar espacios arquitectónicos que repercuta en mejorar la estancia de las personas, asegurando un estilo de vida saludable, sin que influye en la salud mental.

Adicionalmente, la ODS 11 – Ciudades y Comunidades y Sostenibles, con el objetivo de “lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles” (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2025). Sostiene que el edificio que responde a las necesidades de los usuarios se convierte en un espacio activo de la ciudad que contribuye a un entorno urbano más resiliente, inclusivo y sostenible.

2.4.3. Normativas Nacionales e Internacionales

Norma ANSI/ASAS 12.60-2010/Parte1. Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools, Parte 1: Permanent Schoolls

La reverberación excesiva de ruido interfiere en la comunicación entre estudiantes y maestro en un aula de clase, presentando así un problema de aprendizaje, ya que la comunicación verbal es fundamental. Por lo tanto, un aula de clase debe tener buenas características acústicas, volviendo un espacio favorable y menos estresante para todos los usuarios, tanto estudiantes y maestros. Mediante la aplicación de esta norma americana se asegura un buen diseño acústico y una mejor calidad en los espacios de aprendizaje, con un volumen interno que no exceda los 566 m³.

Tabla 3.
Rango de decibelios en espacios educativos

Espacio de Aprendizaje	Espacio de aprendizaje cerrado > 283 m³ y ≤ 566 m³
Nivel acústico de fondo de fuente exterior (dB)	35/55
Nivel acústico de fondo de fuente interior (dB)	35/55
Ruido de fondo en los pasillos, si es uso solo de transporte y sin actividades (dB)	45
Tiempo de reverberación para niveles de presión sonora en bandas de octava con frecuencia de banda media de 500,1000 y 2000Hz (seg)	0,6 /0.7

Nota. Representa el nivel sonoro y tiempo de reverberación. Fuente tomada de (Acoustical Society of America, 2010)Elaborado por la autora

Plan Nacional de Desarrollo “Ecuador no se detiene” 2025-2029

La guía de planificación pública en Ecuador resalta varios objetivos que se deben mejorar en relación con la eficiencia y calidad de vida de todos los ciudadanos, por lo tanto, el Estado debe garantizar el derecho a la salud, a una vivienda digna, equidad, al desarrollo integral, seguridad y otros, repercutiendo en el bienestar de cada habitante.

Como se menciona en el Objetivo 1, en la política 1.7, “Garantizar el acceso a una vivienda adecuada, digna y promover entornos habitables y seguros, que contribuyan al fomento y desarrollo de ciudades y comunidades inclusivas, resilientes y sostenibles” (Secretaría Nacional de Planificación, 2025).

Y el objetivo 2 de “Potenciar las capacidades de la ciudadanía con acceso universal a una educación inclusiva de calidad, acceso a espacios de intercambio cultural y una vida activa” (Secretaría Nacional de Planificación, 2025).

De modo que ambos objetivos se relacionan con el bienestar integral de todos los habitantes, asegurando el desarrollo de una vida digna mediante espacios adecuados y seguros, puesto que la calidad de cada espacio o entorno influye directamente en su salud mental.

2.4.4. Norma Técnica Ecuatoriana (NTE)

NTE INEN 2969. Iluminación de los lugares de trabajo Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.

Esta norma da a conocer los rangos de iluminación correctos para cada tipo de espacio según corresponda, evitando generar ambientes internos que provoque fatiga visual e inconfort ergonómico. Mediante la normativa INEN 2969, los niveles de iluminación para aulas teóricas son de 300 lux, en cambio, en aulas de dibujo técnico de 750 lux.

A continuación, niveles de lux que se deben aplicar según la actividad a realizar:

Tabla 4.
Niveles de iluminación según el espacio o actividad.

Tipo de interior, tarea y actividad	EM XL
Área de circulación y pasillos	300
Aulas, aulas de tutoría	100
Auditorio, sala de lectura	500
Aula de prácticas y laboratorios	500
Biblioteca: sala de lecturas	500
Sala de profesores	300

Nota. Niveles de iluminación según el espacio o actividad. Fuente tomada del trabajo de investigación de (Correa & Mero, 2023) y de (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2015)

NTE INEN 1153. Iluminación Natural en Escuelas

Por medio de la normativa ecuatoriana, la iluminación de los ambientes internos debe asegurar un adecuado nivel de iluminación según la actividad que se desarrolla en cada espacio, para así garantizar al usuario un confort visual agradable. De modo que las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN 1153 establece parámetros para una buena iluminación natural en edificaciones académicas, evitando iluminación sobrecargada y uniforme, provocando fatiga visual, inconfort ergonómico y deslumbramiento. Por consiguiente, se detalla los niveles de iluminación recomendada por la normativa:

Tabla 5.
Niveles de iluminación según el espacio o actividad

Clase de local
Sala de reunión general
Sala de exámenes
Tarimas o plateas
Sobre los escritorios
En el pizarrón
Aulas para trabajos manuales y costura
Sala para arte (pintura, escultura, etc)
Laboratorios
Bibliotecas
Estanques o anaqueles
Mesas de lectura
Entrenamiento manual
Oficinas
Sala de consulta o comunales
Corredores
Escaleras

Nota. Niveles de iluminación según el espacio o actividad. Fuente tomada de (Instituto

Ecuatoriano de Normalización (INEN), 1984)

Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) - Climatización

Los elementos que se consideran para determinar el confort térmico son la temperatura, la humedad relativa y la velocidad media del aire. En el caso de la temperatura en espacios internos, el grado y porcentaje óptimo se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 6.

Temperatura y humedad relativa óptima

Clima Locas	Temperatura del bulbo seco del aire	Humedad relativa
	°C (°F)	%
Cálido, $T \geq 25\text{ °C}$	23 a 25 (73 a 77)	45 a 60
Frío, $T < 18\text{ °C (°64 F)}$	20 a 23 (68 a 73)	40 a 50

Nota. Temperatura y humedad relativa óptima en un espacio interior. Fuente tomada de

(Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), 2020)

En cuanto a la velocidad del aire natural, para un confort óptimo, se debe mantener entre un rango de 0,15 m/s a 0,30 m/s o 30 FPM A 60 FPM; en cambio, la velocidad del aire acondicionado se detalla en la siguiente tabla, principalmente en el apartado de edificios públicos.

Tabla 7.

Velocidad del aire acondicionado

Ducto	Edificios públicos (pie/min) m/s (FPM)
Principal	5 a 8 (984 a 1 574)
Derivación	3 a 6,5 (590 a 1 279)

Nota. Velocidad de aire acondicionado. Fuente tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y

Vivienda (MIDUVI), 2020)

3.4.5 Reglamento de la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Ministerio de Medio Ambiente.

Mediante esta norma se establecen los niveles máximos permisibles de ruido en cada área según el uso destinado. Con la finalidad de preservar un ambiente sonoro óptimo, en cuanto al espacio educativo, no debe exceder los siguientes valores descritos en la tabla.

Tabla 8.

Nivel máximo de decibeles

Tipo de zona	Nivel de presión sonora NPS eq (dB (A))	
	De 6:00 a 20:00 (horas)	De 20:00 a 06:00 (horas)
Educativa/hospitalaria	45	35

Nota. Nivel de presión sonora es horario diurno y nocturno. Fuente tomada de (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015)

Organización Mundial de la Salud

El ruido es uno de los principales problemas de contaminación ambiental, ocasionando a corto y largo plazo daño en la salud, como un menor rendimiento laboral o académico, problemas auditivos, estrés y otros. Por lo tanto, las directrices de la OMS sobre el ruido en la comunidad recomiendan menos de 30 decibelios ponderados A (dB(A)) en los dormitorios durante la noche para un sueño de buena calidad y menos de 35 dB(A) en las

aulas para permitir buenas condiciones de enseñanza y aprendizaje (World Health Organization Regional Office for Europe, 2011).

2.5. Marco Referencial

En base a la investigación de *“Neuroarquitectura y Diseño de Centros Educativos de Secundarias. Estrategias para el Distrito 15D05 de la Ciudad de Quito”* se elige debido a que el tema abordado es actual y nacional, además, se sustenta bajo el desarrollo de un marco teórico sólido con conceptos, teorías y normativas que aporta a la investigación y así mismo respecto a la metodología; en otras palabras, tiene alta pertinencia temática, conceptual y metodológica.

Respecto a su ubicación, el estudio se realiza en un sector urbano de Quito, centrado en las instituciones educativas del distrito 15D05, el cual se conforma por 23 unidades educativas; en el que se toma como objeto de estudio una unidad educativa fiscal, “Los Shyris” que tiene en común infraestructura de diversas épocas y concebida bajo un diseño tradicional. Por lo tanto, esta investigación resulta esencial debido a que cumple similitudes de criterios de diseño con la edificación FCACC-B13 Uleam-Manta y además porque es analizado bajo criterios de neuroarquitectura.

Entre sus características se encuentra principalmente que son edificios destinados a la educación, con un proceso de aprendizaje y enseñanza formal, en el que se desarrollan actividades cognitivas, emocionales y sociales, desde este enfoque, ambas edificaciones comparten similitudes en centrarse en analizar espacios de uso intensivo por los usuarios, sobre todo las aulas de clases. Estos espacios que han sido estudiados y que se relacionan con el aula,

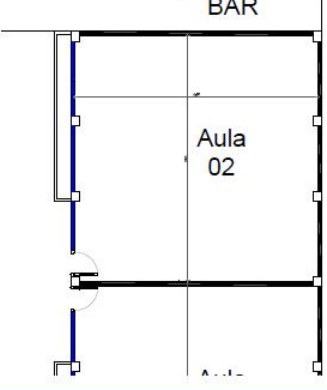
laboratorio y otros de los espacios académicos universitarios, permite tomar como guía los principios analizados en la escuela secundaria y aplicarlos al edificio a estudiar.

Respecto a los estudios realizados, el modelo de repertorio se centra en analizar cómo influye el entorno en el rendimiento académico de cada estudiante, y esto se da gracias a la utilización de variables ambientales como la iluminación, ventilación, acústica, áreas verdes, espacialidad, temperatura, textura, color y olor. La última variable es uno de los principios menos considerados en analizar en una infraestructura.

Esto se efectúa mediante cuatro instrumentos que son: luxómetro, sonómetro, láser medidor y termómetro, además, se complementa con investigación bibliográfica e investigación de campo en la que se emplea fichas técnicas, levantamiento de información in situ, encuesta y observación de campo. De modo que este procedimiento metodológico presenta una estructura clara y comprensible para el análisis de un edificio, por lo tanto, este proceso puede ser aplicado a la investigación.

Figura 2.

Ficha de levantamiento de información.

FICHA DE LEVANTAMIENTO PARA ANÁLISIS DE DISEÑO DE AULAS EN BASE A PRINCIPIOS DE NEUROARQUITECTURA			
Datos informativos:			
Institución: Unidad Educativa Fiscal Los Shyris		Ciudad: Quito	
Aula N° 02		Maestrante: Arq. Luis Fernando Alejandro Cabrera	
Fotografías 		Planta 	
PRIMER PARCIAL		SEGUNDO PARCIAL	
Curso: 3ero F		Curso: 2do E	
Fecha: (28-12-2022) al (02-12-2022)		Fecha: (13-02-2023) al (17-02-2023)	
Rendimiento Académico: 7.88/10		Rendimiento Académico: 8.82/10	
PRINCIPIOS			
Iluminación:	32 lux	Iluminación:	42 lux
Sonido:	68 db	Sonido:	85 db
Ventilación	Unidireccional	Ventilación	Unidireccional
Espacios verdes:	No existe	Espacios verdes:	No existe
Textura:	Lisa	Textura:	Lisa
Colores:	Blanco	Colores:	Blanco
Forma:	Rectangular	Forma:	Rectangular
Privacidad:	Media	Privacidad:	Media
Olor:	Cercano a bar	Olor:	Cercano a bar
Temperatura:	Int=25°C / Ext= 19°C	Temperatura:	Int=27°C / Ext= 18°C
Altura:	2.60m	Altura:	2.60m
Detalles constructivos observados:			
Estructura de hormigón, piso de cerámica, ventanas de vidrio, iluminación por un costado.			

Nota: Ficha que se aplicó a cada aula que selecciono para la investigación. Fuente tomada de (Alejandro Cabrera, 2023)

Como resultado del caso de estudio, se evidencia que la infraestructura educativa, en este caso las aulas de clases seleccionadas que carecen de principios de neuroarquitectura, presentan bajo rendimiento académico que repercute negativamente, en cambio, la que sí existe algunos principios de neuroarquitectura resulta favorecedora. En este sentido, se muestra que las variables de iluminación, color, ventilación, entre otras, influye directamente en el estado emocional y cognitivo de los usuarios.

También se consideran relevantes las propuestas o estrategias que se pueden implementar en el edificio, entre ellas: para una mejor iluminación, se recomienda una intensidad entre 300 lux y 500 lux, el uso de elementos traslúcidos ya sea en paredes o cubierta, para un mejor aprovechamiento de la luz natural.

En cuanto a la acústica, se recomienda el uso de ventanas insonorizadas, empleo de cortinas de tela gruesa, barreras acústicas mediante la vegetación y espejos de agua, ayudando a mitigar el ruido. También se propone la implementación de áreas verdes, debido a que influyen en la concentración y relajación.

En definitiva, este estudio aporta a la presente investigación la importancia de analizar el edificio FCACC-B13 Uleam-Manta, al verlo como un agente activo que influye en el desarrollo cognitivo y emocional de los usuarios y no solo basarse en diseñar en base a funcionalidad y normativas sin considerar elementos de la neuroarquitectura.

3. Capítulo II. Diseño Metodológico

Los enfoques metodológicos adecuados para la investigación son los siguientes: descriptivo, analítico y deductivo. El descriptivo, porque permite describir el estado actual del edificio FCACC – B13 de la Uleam y se complementa con diagramas para representar cuantitativamente la información; asimismo, se aplica el enfoque analítico para evaluar individualmente los principios de neuroarquitectura y, para finalizar, el deductivo bajo los fundamentos teóricos de la neuroarquitectura.

3.1. Métodos

El presente estudio se desarrolla bajo una modalidad mixta, integrando el método cuantitativo y cualitativo, debido a la necesidad de analizar la percepción, experiencia del usuario y las condiciones físicas de la edificación.

En relación al método cuantitativo se obtiene información acerca de las condiciones ambientales del edificio, por medio de instrumentos de medición como luxómetro, sonómetro y el software Solar Analysis for Revit. Además, se recopila y analiza información mediante la aplicación de encuestas.

Por otra parte, el método cualitativo se obtiene mediante la observación de campo y la aplicación de entrevista semiestructurada a tres profesionales, entre ellos; arquitecto, psicología y pedagogía.

Fases o procesos

1. Investigación documental

2. Análisis de caso de estudio
 3. Diseño y elaboración de instrumentos
 4. Trabajo de campo y recopilación de información con los instrumentos de medición
 5. Tabulación y análisis de resultados
 6. Formulación de lineamientos
- **Investigación documental:** Es la sustentación teórica relacionada con el estudio; por ello se realiza una revisión exhaustiva de artículos científicos, doctorados, marcos normativos y otros, en sí toda fuente documental relacionada con la neuroarquitectura, ayudando a establecer el sustento teórico de la investigación. De este modo, la revisión documental establece los principales aspectos a analizar del estudio, entre ellos: la calidad lumínica, la calidad acústica, la incidencia solar sobre la envolvente y la percepción y experiencia del usuario.
 - **Análisis de caso de estudio:** Se selecciona el edificio de FCACC-B13 ULEAM-MANTA, debido a que es un equipamiento de uso diario y más cuando es destinado a la formación de futuros profesionales del país, en la que se desarrollan actividades de aprendizaje, enseñanza, desarrollo social y otros. En sí, el edificio es un objeto de estudio, puesto que permite analizar la aplicación de los principios de neuroarquitectura, deduciendo cuáles serían sus fortalezas y deficiencias con la finalidad de mejorar el diseño arquitectónico y mejorar el bienestar integral de los ambientes.
 - **Diseño y elaboración de instrumentos:** Se diseñan los instrumentos de recolección de información en base al método cualitativo y cuantitativo. El

instrumento cualitativo está conformado por un cuestionario de preguntas cerradas dirigidas a estudiantes, docentes y personal administrativo y una entrevista semiestructuradas a profesionales de arquitectura, psicología y pedagogía. Por otra parte, en el instrumento cuantitativo se diseñan fichas técnicas para registrar datos mediante el instrumentos de medición: luxómetro y sonómetro.

- **Trabajo de campo y recopilación de información con los instrumentos de medición:** En esta fase se realizó la recolección de información mediante la aplicación de encuestas, entrevistas, mediciones ambientales (sonómetro y luxómetro), observación directa y registro fotográfico. Por otra parte, también se llevó a cabo el análisis de incidencia solar del edificio mediante el software Solar Analysis for Revit.
- **Tabulación y análisis de resultados:** La información obtenida mediante el trabajo de campo fue organizada mediante tablas, representaciones gráficas, diagramas y programas digitales. Posteriormente, los resultados fueron interpretados y comparados con las normativas y fundamentos teóricos, permitiendo conocer las condiciones ambientales del edificio.

Por consiguiente, en la interpretación de resultados de las encuestas, se llevó a cabo un análisis integral, considerando a estudiantes, docentes y personal administrativo, puesto que el fin de la investigación es conocer la percepción del espacio arquitectónico.

- **Formulación de lineamiento:** Mediante la interpretación de los resultados, se plantean lineamientos o estrategias que ayuden en la mejora de las condiciones

actuales del edificio en base a los criterios de neuroarquitectura, promoviendo así espacios favorables en el confort, bienestar y experiencia del usuario.

Acerca de la población de estudio, está conformada por 1539 usuarios de la Facultad de Ciencias Administrativas, Contables y Comercio (FCACC – B13) de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, conformada por 10 usuarios de personal administrativo, 100 docentes y 1429 estudiantes, conformados por la carrera de Contabilidad y Auditoría con 557 estudiantes, Auditoría y Control de Gestión con 195 estudiantes, Finanzas con 189 estudiantes y Mercadotecnia con 508 estudiantes.

Muestra

Debido al tamaño de la población, se va a determinar una muestra representativa mediante la fórmula estadística para población finita, para la realización de encuestas a partir de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{(Z)^2(P)(Q)(N)}{e^2(N - 1) + (Z)(P)(Q)} = \frac{(1.96)^2(0.5)(0.5)(1529)}{(0.05)^2(1539 - 1) + (1.96)(0.5)(0.5)} = 340$$

Donde:

N: Tamaño de la población

n: Tamaño de la muestra

Z: Nivel de confianza 95% (1,96)

P: Probabilidad de no ocurrencia (0,5)

Q: Probabilidad de no ocurrencia (0,5)

E: Margen de error (0,05)

De modo que se obtuvo una muestra de 340 encuestados que conforma estudiantes, docentes y personal administrativo. No obstante, la investigación emplea un muestreo no probabilístico por cuotas, con el fin de garantizar la participación de los tres tipos de usuarios, lo cual se determina mediante una distribución proporcional de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$ni = \frac{Ni}{N} \times n$$

Donde:

ni: Cantidad de usuarios por grupo

Ni: Población de cada grupo

N: Tamaño de la población

n: Tamaño de la muestra

$$ni = \frac{1429}{1539} \times 340 = 316 \text{ estudiantes}$$

$$ni = \frac{100}{1539} \times 340 = 22 \text{ docentes}$$

$$ni = \frac{10}{1539} \times 340 = 2 \text{ personal administrativo}$$

Obteniendo como muestra final a 340 usuarios divididos en 316 estudiantes, 22 docentes y 2 personal administrativo. Por otra parte, los resultados de la encuesta se analizarán de manera

conjunta, integrando la respuesta de los tres tipos de usuarios que usan diariamente el edificio de estudio.

3.2. Técnicas e Instrumentos

Las técnicas e instrumentos de investigación son herramientas importantes para la recolección de información y análisis físico de la edificación, lo cual permite obtener datos confiables sobre el caso de estudio.

Tabla 9.
Técnicas de Instrumento

Tipo de investigación	Técnica	Instrumento
Exploratoria	Observación directa	Instrumento digital (celular)
	Medición instrumental o ambiental	Instrumento de medición, ver (tabla 10) y fichas de registro técnico, ver (figura 3 y4)
	Simulación ambiental	Modelo digital del edificio en el programa Revit y software Solar Analysis for Revit
	Encuestas	Cuestionario estructurado con preguntas cerradas y programa digital (Microsoft Forms)
	Entrevista	Guía de preguntas semiestructuradas
	Análisis gráfico y planos arquitectónicos	Programas digitales (Excell, AutoCAD, Photoshop y SketchUp)

Nota: Técnicas e Instrumento. Elaboración por la autora

Tabla 10.*Instrumento de medición*

Instrumento	Descripción
Luxómetro 	Mide la intensidad lumínica (lux) en un espacio, lo cual permite medir los niveles de luz natural y artificial y así identificar si son adecuados según la actividad que se desarrolle.
Sonómetro 	Mide los niveles de presión sonora (dB) en un espacio, lo cual permite evaluar el nivel de ruido y así evaluar la calidad sonora de los espacios que se encuentran en el edificio (confort acústico).

Nota: Instrumento de medición. Elaboración por la autora

A continuación se detalla cómo se aplicarán los instrumentos y técnicas para la investigación:

Las herramientas o instrumentos aplicados en la medición ambiental del sonómetro se realizan mediante la siguiente ficha:

Figura 3.*Ficha para el sonómetro*

SONOMETRO													
ESPACIO					HORA								
DATOS DE LA MEDICIÓN													
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
	1										0.00	50	
	2												
	3												

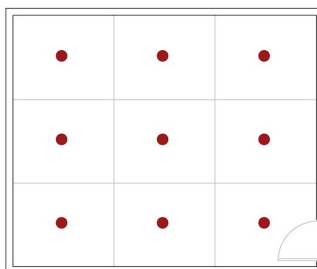
Nota: Ficha de recolección de datos con el sonómetro. Elaboración por la autora

En el caso del sonómetro, se realiza en base a la norma del Ministerio de Medio Ambiente y la Organización Mundial de la Salud, con la finalidad de evaluar las condiciones acústicas de cada espacio. La medición se desarrolla mediante una retícula en la cual se divide el espacio en varios puntos, por ejemplo, retícula de 3x3 en aulas de clases. Por consiguiente, en la toma de datos se debe posicionar el instrumento a un metro de distancia de la pared y de 1.20-1.50 metros del suelo, que corresponde a la altura de una persona al momento de estar sentada.

Adicional al análisis del comportamiento del sonido, se considera el tiempo de reverberación como un criterio complementario para conocer la absorción y propagación de sonido de los materiales en cada espacio, mediante la frecuencia de referencia de 500 Hz.

Figura 4.

Descripción gráfica del uso del sonómetro



Nota: Punto de referencia de tomas de datos con el instrumento del sonómetro. Fuente

elaborado por la autora

Por otra parte, la herramienta o instrumento aplicado en la medición ambiental del luxómetro se realiza mediante la siguiente ficha:

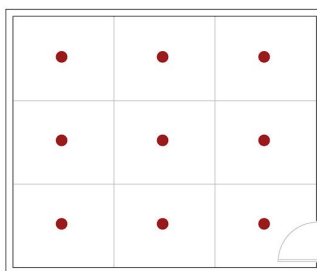
Figura 5.*Ficha para el luxómetro*

LUXÓMETRO							
ESPACIO		HORA				FUENTE DE LUZ	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO LUX	SEGÚN NORMA	CUMPLIMIENTO
		A	B	C			
	1						
	2						
	3						

Nota: Ficha de recolección de datos con el luxómetro. Elaboración por la autora

En el caso del luxómetro, se realiza en base a la norma NTE INEN 2969. Iluminación natural en escuelas, con un estándar de 300 lux. La medición se tomará mediante la distribución de varios puntos en el espacio, es decir, mediante una retícula; por ejemplo, en aulas, retícula de 3x3, en la que se tomarán dos mediciones para medir la luz artificial y mixta; en la primera se medirá con persianas cerradas y luz prendida y en la segunda con persianas abiertas y luz prendida. Referente a las mediciones de iluminación mixta, se aplica solo en aulas de clases, salón de cómputo y auditorio.

Figura 6.*Descripción gráfica del uso del luxómetro*



Nota: Punto de referencia de tomas de datos con el instrumento del luxómetro. Fuente elaborado por la autora

Respecto a las preguntas de la encuesta, ver anexo 1 y formulación de cuestionario para las entrevistas a profesionales, ver anexo 2, 3 y 4.

3.3. Fuentes

3.3.1. Fuentes Primarias

Se basa en la información obtenida mediante la observación directa del edificio, recaudación de fotografía, mediciones ambientales, aplicación de encuestas y entrevista; mediante estas fuentes primarias se obtiene información directa del caso de estudio para un análisis más verídico del estado actual de la edificación, por ejemplo; la percepción y experiencia del usuario en cuestión del espacio.

3.3.2. Fuentes Secundarias

La formación de las bases teóricas es mediante las fuentes secundarias que se encuentran en libros, casos de estudio, normativas técnicas y jurídicas, artículos científicos y literaturas especializadas que se relacionen con la neuroarquitectura, psicología, neurociencia y educación. Mediante estas fuentes, permite crear el marco teórico, indicadores de análisis y respaldo científico al trabajo de tesis.

4. Capítulo III. Diagnósticos y resultados de la investigación.

4.1. Elaboración del diagnóstico.

4.1.1. Área Geográfica.

El área de estudio a intervenir para el proyecto de investigación es la Facultad de Ciencias Administrativas, Contables y Comercio (FCACC – B13) de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, ubicada en el cantón Manta de la provincia de Manabí. Geográficamente, se localiza en las coordenadas: Latitud de $0^{\circ}57'02.7''S$ y una longitud de $80^{\circ}44'44.4''W$.

La facultad se encuentra conformada por cuatro carreras, entre ellas: Contabilidad y Auditoría, Auditoría y Control de Gestión, Finanzas y Mercadotecnia, la cual se encuentra en una sola infraestructura dentro del campus universitario.

Figura 7.
Mapa de Uleam-Manta



Nota: El gráfico representa la ubicación del edificio FCACC – B13 de la Uleam-Manta. Fuente: Ilustración propia a partir de mapcarta

4.1.2. Aspecto Social, Económico y Cultural

Aspecto Social

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí se caracteriza por ser una institución pública, imparte educación superior de alta calidad a todas las personas de diferente estrato social, las cuales tienen la oportunidad de estudiar una de varias carreras que oferta la institución de forma gratuita.

La facultad se compone de una población diversa conformada por docentes, personal administrativo y estudiantes. Respecto al rango de edad del estudiantado, ha cambiado, empezando sus estudios desde los 17 y 25 años, debido a varios aspectos sociales en Ecuador, lo cual se requiere para obtener la oportunidad de formarse como un profesional.

Entre estos aspectos se considera la dificultad de conseguir un cupo al finalizar el bachiller, basándose en el puntaje obtenido mediante el examen de admisión; también se destaca cuando no se tiene clara la profesión a elegir, optando por inicio o a mitad de carrera cambiarse o retirarse.

Adicionalmente, el retiro estudiantil se da por factores económicos, psicológicos, circunstancias personales y otros, que afectan el bienestar del estudiante, ocasionando el retiro temporal o permanente de la carrera.

Por otra parte, la universidad (ULEAM) se caracteriza por ser inclusiva, teniendo como principal reto garantizar el ingreso de todos los estudiantes sin distinción de género, discapacidad, orientación sexual y condición económica, procurando ser equitativa e inclusiva, permitiendo que todo usuario u joven tenga las mismas oportunidades de formarse como profesional.

Aspecto Económico

En lo económico, se conforma por diferentes grupos sociales, generando la formación de diversas culturas y subculturas en la universidad; sin embargo, se considera que la clase social más predominante es de clase media.

En caso de que el estudiante tenga limitaciones económicas durante su proceso académico, tiene la oportunidad de postularse para una beca y ayuda económica que aporta la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, por medio del Departamento de Bienestar Universitario.

Por otra parte, los estudiantes que provienen de sectores cercanos o de otras localidades representan mayor gasto, debido a la renta de departamentos y alimentación; esto se da por la falta de oferta académica, por la ausencia de carreras afines y por la falta de equipamiento educativo de nivel superior en su ciudad, generando la migración interna. En cuanto a su movilidad, la mayor parte de las personas usan el transporte público por su beneficio de mayor accesibilidad económica; sin embargo, los que residen en lugares más alejados, requieren el uso de dos buses o más para el traslado a la universidad.

Asimismo, la existencia de doble o larga jornada académica afecta la economía del estudiante, principalmente en la alimentación, recurriendo al consumo de alimentos de bajo valor nutricional y monetario, lo cual compromete su salud y bienestar. Incluso en las jornadas de clases hasta altas horas de la noche, recurre a un cargo económico más, por la falta del transporte público, recurriendo al servicio de taxi.

Aspecto Cultural

La libertad de pensamiento dentro de la institución es respetada, ya que la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí se caracteriza bajo el estado laico, sin estar restringida por doctrinas religiosas. Lo cual se cumple y respeta el derecho de la libertad de conciencia, religiosa y de culto de cada ser humano, lo cual permite desenvolverse de forma autónoma.

Respecto a la composición étnica, cada persona se autoidentifica, ya sea mestizo, indígena, cholo, montubio y afroecuatoriano. En el Ecuador, el grupo prioritario étnico se identifica mestiza, que responde a la mezcla entre culturas indígenas y españolas.

4.2. Análisis del entorno.

4.2.1. Condiciones del Edificio

Mediante la observación de campo, la infraestructura del edificio se encuentra en buenas condiciones, debido a que durante la inspección no se encontraron grietas ni fisuras en elementos estructurales como muros, columnas y vigas. Referente a los acabados de pintura, tanto en el exterior como en el interior, es bueno, puesto que no detecta humedad, moho o salitre, lo cual es beneficioso, ya que no perjudica el estado de salud de los usuarios.

Respecto a los pisos y superficie de circulación, se encuentra deteriorada con el tiempo, que incluso algunas cerámicas han sido reemplazadas, lo cual se visualiza un cambio de contraste respecto a la textura y color; sin embargo, no afecta la movilidad y seguridad de los usuarios, puesto que no están dañadas o desprendidas. Por otra parte, las áreas internas disponen de

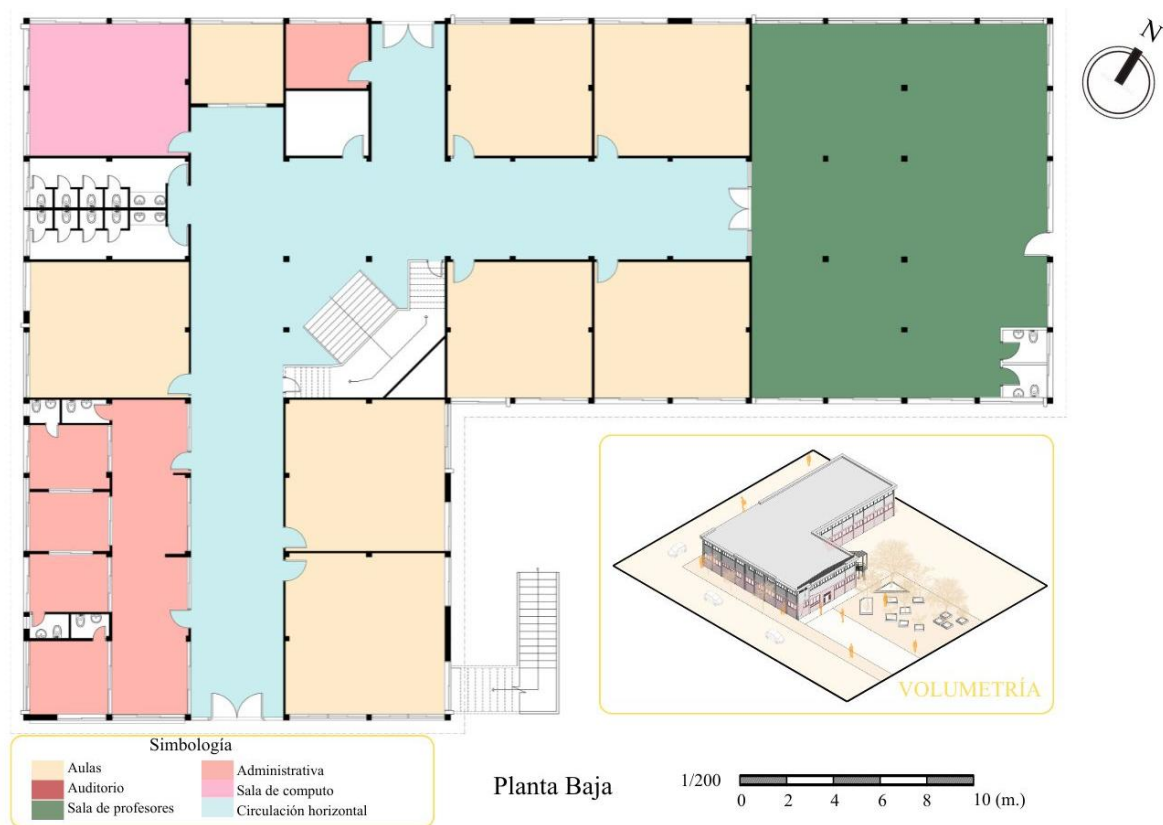
iluminación artificial y sistema de climatización distribuida en los espacios de enseñanza y espacio administrativo.

4.2.2. Análisis Funcional y Formal

La Facultad de Ciencias Administrativas, Contables y Comercio (FCACC – B13) se encuentra ubicada entre la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología (FCTV) y Ciencias Sociales, Derecho y Bienestar (FCSDB); además, se encuentra cercana a la salida e ingreso de la universidad (puerta 3).

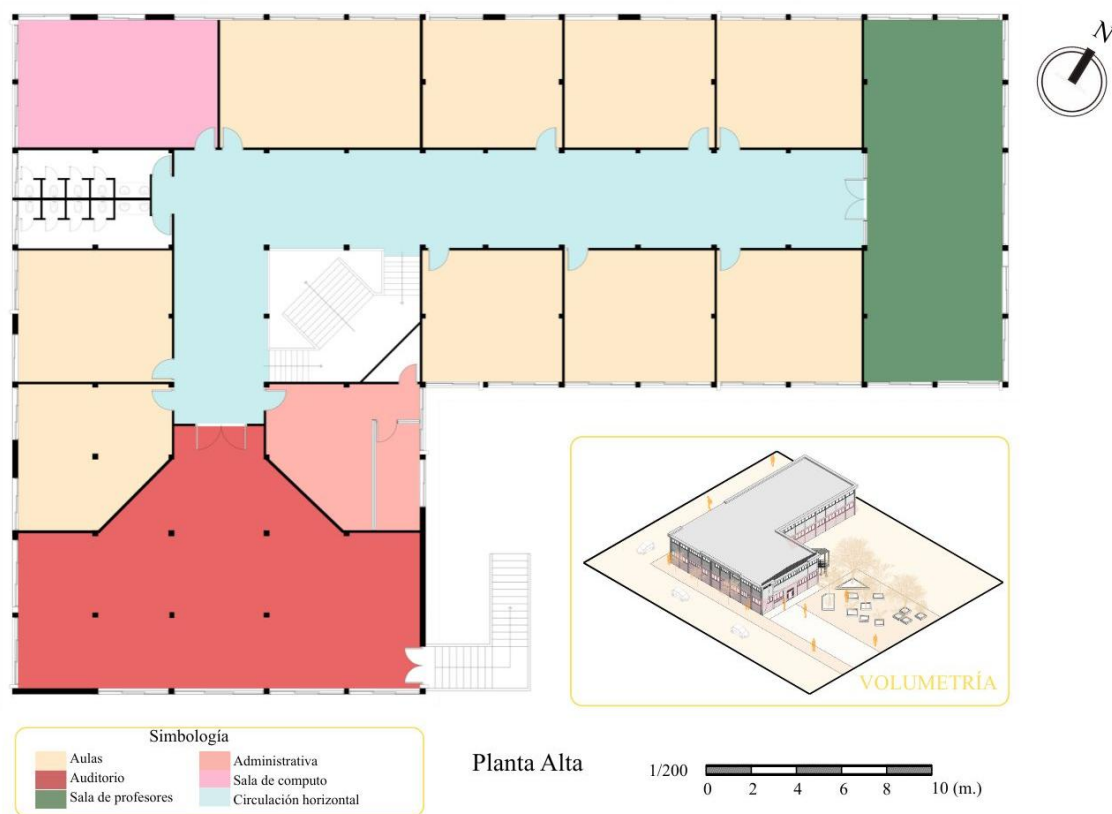
Respecto al diseño arquitectónico, el edificio académico se organiza mediante líneas rectas y espacios rectangulares; en otras palabras, su composición es ortogonal. En la distribución espacial se muestra una planta irregular, llegando a formar una L, en la cual se evidencia un diseño formal que responde al entorno ya construido.

Se divide en dos niveles; en la planta baja se distribuye en área administrativa, aulas de clases, sala de profesores, centro de cómputo, SS.HH., bodega, entre otros, en la que los espacios se comunican mediante un pasillo central y longitudinal en forma de L; sin embargo, también se compone de un núcleo central que ayuda a conectar al siguiente nivel, mediante la circulación vertical conformada por una escalera que inicia con un tramo recto, en la cual se conecta a un descanso intermedio, dividiéndose en dos tramos de 90 grados.

Figura 8.*Planta Baja del edificio FCACC - B13*

Nota: Zonificación arquitectónica del primer nivel del edificio FCACC – B13 de la Uleam-Manta. Fuente: Ilustración propia.

Referente al último nivel, se distribuye en sala de profesores, aulas de clases, auditorio, sala de cómputo, apoyo a gestión de procesos y SS.HH., en la que los espacios se dividen mediante un corredor alargado; en sí, ambos niveles se componen y distribuyen de la misma forma.

Figura 9.*Segundo nivel del edificio FCACC - B13*

Nota: Zonificación arquitectónica del segundo nivel del edificio FCACC – B13 de la Uleam-Manta. Fuente: Ilustración propia.

Por otra parte, frente a la facultad se encuentra una plaza abierta conformada por vegetación dispersa, área pavimentada y árboles de diferente altura que forma parte del equipamiento urbano, propiamente dicho, el espacio funciona como área de tránsito, de interacción social y de descanso. Sin embargo, la plaza se ha convertido en un espacio residual, por la falta de mobiliarios o áreas de sombra que invite a los usuarios a quedarse.

Figura 10.

Plaza frente al edificio FCACC - B13



Nota: Imagen tomada en sitio de estudio. Elaborado por la autora

El diseño de las fachadas de la edificación se compone de dos maneras: fachada más dinámica y fachada más sobria. En la fachada frontal y lateral derecha se encuentra representado por murales coloridos, otorgando dinamismo visual a los usuarios; en cambio, en la fachada posterior o restante se visualiza un diseño más monótono y rítmico con tonalidades neutras.

4.2.3. Análisis del edificio en base a la Neuroarquitectura - Percepción

Percepción Visual

La percepción visual de la edificación, en primera instancia, resulta agradable debido a la implementación de diversas ilustraciones artísticas y juego de tonalidades cromáticas presente en la fachada frontal y lateral derecha, aportando mayor dinamismo visual al entorno y experiencia espacial más atractiva para el usuario. De modo que el uso de varios colores y gráficos

contribuye a una mayor conexión emocional y estimulación sensorial con el espacio, otorgando una mirada diferente al entorno académico.

Adicional a esto, el entorno inmediato que rodea el acceso principal, con la presencia de una plaza con áreas verdes, la distribución de varios árboles de diversa altura y las ilustraciones inspiradas en el mar presentes en las otras edificaciones, crea una atmósfera visualmente relajante y agradable. La integración de estos elementos contribuye a la biofílica, otorgando sensaciones de bienestar, descanso mental e interacción social.

No obstante, esta percepción cambia en la fachada posterior y lateral izquierda, donde predominan tonalidades neutras y frías, además de repetitivas y monótonas con el entorno inmediato. Ocasionando un cambio perceptivo muy diferente, de modo que es importante seleccionar colores estratégicos que contribuyan a la concentración, motivación y sentido de pertenencia para así aumentar la actividad cognitiva.

Figura 11.
Perspectiva de fachadas del edificio FCACC - B13



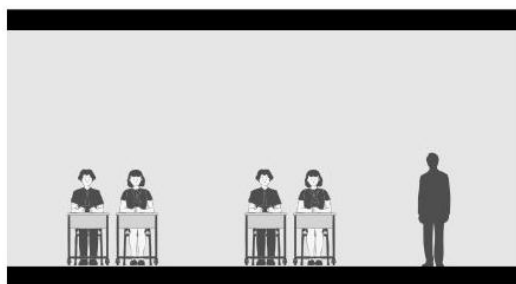
Nota: Imagen tomada en sitio de estudio. Elaborado por la autora

Por otra parte, en el espacio interior se evidencia una limitada diversidad cromática, prevaleciendo la monotonía en presencia del color blanco sin contrastes visuales que aporten vitalidad al espacio. A pesar de que el blanco genera la sensación de limpieza, máxima iluminación y amplitud, el excesivo uso provoca aburrimiento y falta de estímulos visuales, otorgando sensación de frialdad y poco acogedor.

En cuestión de la configuración espacial, la edificación presenta una altura de 3,30 metros en todos sus espacios y niveles, ocasionando una sensación de amplitud especialmente en el pasillo y más aún en la circulación vertical, donde la doble altura aporta mayor espacialidad. Sin embargo, la similitud de altura en el área de circulación como en las aulas de clases no jerarquiza los espacios, puesto que no existe un cambio volumétrico que dé la señal al cerebro humano de la transición entre zonas, de modo que no se percibe el cambio físico y mental al momento de salir de un espacio de interacción social a un lugar de alta concentración académica, lo cual no facilita al usuario la adaptación cognitiva y conductual al entrar a otro lugar.

Figura 12.

Tipo de escala en el edificio FCACC - B13



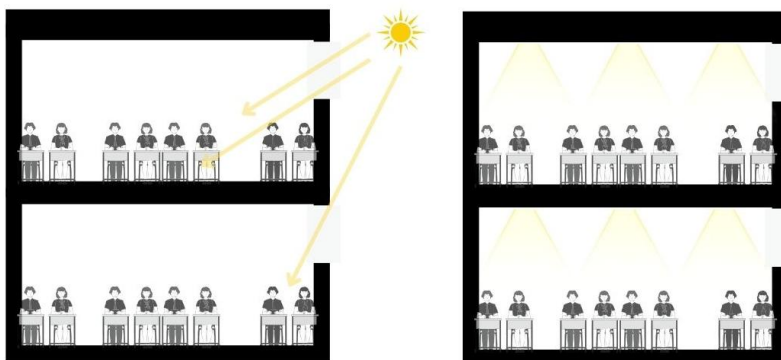
Nota: Tipo de escala norma del edificio FCACC - B13. Elaborado por la autora

Referente a la forma de las aulas, predominan formas rectangulares y algunas cercanas al cuadrado. Aunque ciertas aulas poseen proporciones adecuadas, otras evidencian dimensiones reducidas con la cantidad de estudiantes, llegando a existir distancia mínima entre el estudiante y la pizarra, afectando negativamente la comodidad tanto del docente como del estudiante.

En cuanto a la iluminación, se destaca la iluminación artificial, especialmente en la planta alta, debido a que el pasillo se encuentra rodeado de aulas, lo que limita la entrada de luz natural. Además, la mitad de la fachada frontal se encuentra obstruida por otra edificación que bloquea la entrada de luz parcialmente en planta baja y alta. Esta circunstancia genera ambientes menos acogedores y relajantes, otorgando una percepción de menos calidez y confort ambiental en los espacios internos.

Figura 13.

Tipo de iluminación en el edificio FCACC - B13



Nota: Tipo de iluminación natural y artificial en el edificio FCACC - B13. Elaborado por la autora

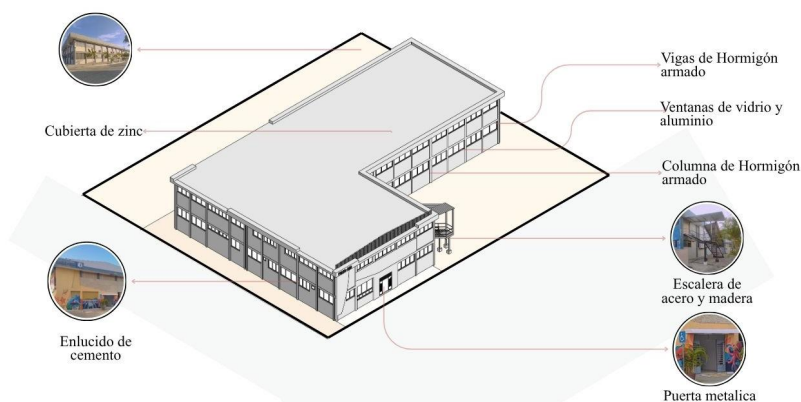
Percepción Háptica

En la percepción háptica, la infraestructura se visualiza con materiales rígidos, superficies lisas, elementos que otorgan sensación fría, lo cual genera una estimulación sensorial limitada por la poca versatilidad de experiencia táctil.

Respecto a la circulación, los pisos y pasamanos presentan condiciones óptimas, sin embargo, el contacto frío con el pasamano disminuye la percepción de calidez. Otro factor para destacar es la limitada ventilación natural en el pasillo de la planta alta, por la ausencia de ventanas o aberturas que permitan una adecuada circulación de aire. Esta causa provoca que la sensación térmica aumente cuando las puertas de las aulas permanecen cerradas, debido a que es la fuente principal que produce frescura al ambiente, evitando mayor inconfort térmico.

Figura 14.

Tipo de materiales de construcción presente en el edificio FCACC - B13



Nota: Tipo de materiales de construcción en el edificio FCACC - B13. Elaborado por la autora

Percepción Auditiva

La percepción auditiva en la facultad muestra algunos factores acústicos que influyen en el confort y en el desarrollo de las actividades académicas, puesto que desde la neuroarquitectura el

principio acústico es importante en cualquier ambiente, ya que el cerebro del ser humano responde a los diversos estímulos auditivos.

Por otra parte, los espacios con mayor percepción acústica se presentan con mayor intensidad en los pasillos de ambos niveles y alrededor de la circulación vertical en planta alta, lo cual convierte estas áreas en lugar de interacción social o punto de encuentro entre estudiantes, ya sea para conversar, realizar tareas, descansar, entre otras actividades. Esto genera una contaminación acústica que perjudica el confort acústico en los espacios interiores del edificio.

De igual manera, se percibe que las aulas de clases ubicadas en el noroeste son perjudicadas por el ruido constante de actividades de construcción cercanas a la infraestructura. Lo cual desfavorece el bienestar de los usuarios y, estando en constante ruido, provoca irritabilidad, dolor de cabeza, distracción, afectación cognitiva y de salud para los estudiantes y docentes.

Por otra parte, la materialidad también influye en lo acústico, debido a que la infraestructura está construida con materiales convencionales como pisos cerámicos, muros de ladrillo, enlucido con un acabado de superficie lisa y rígida, losa de entrepiso de concreto y techo de cielo raso. Estos elementos tienen poca absorción del sonido, lo que provoca una fuente sonora que genera reverberación de sonido en aulas y pasillos, produciendo sensaciones molestas.

Debido a la materialidad presente en el edificio, se perciben algunos espacios deficientes debido a la cercanía al auditorio, interrumpiendo horas de clases y perjudicando al personal administrativo en el desarrollo de sus actividades, puesto que el ruido generado por los eventos, conferencias, etc., se propaga a espacios cercanos, lo cual perjudica la concentración y la comprensión de las clases impartidas.

Otro punto a considerar es la forma de la edificación en L, lo cual crea por sí solo un cañón de resonancia, provocando que el ruido rebote en las esquinas e ingrese a las aulas de clases.

En sí, el inadecuado control del sonido o ruido genera en las personas fatiga auditiva, estrés ambiental y menos concentración, ocasionando que el cerebro se sobreestime y gaste recursos y energía, lo cual afecta su confort integral.

Percepción olfativa

La presencia de olores en la edificación es nula, debido a que la ventilación natural y cruzada que se genera en la planta baja permite una óptima circulación de aire, permitiendo mantener la edificación libre de olores desagradables. Además, el constante mantenimiento del personal de limpieza evita que se origine, cabe destacar que cada nivel cuenta con batería sanitaria en buenas condiciones de funcionamiento y mantenimiento de limpieza diaria.

Percepción de movimiento

El movimiento dentro del edificio se desarrolló mediante pasillos longitudinales, llegando a formar una L en ambos niveles que se concentra mediante un nodo central (escalera). Se dispone de dos accesos que se identifican de forma fácil, uno en la fachada sureste y otro en la fachada noroeste, facilitando la circulación que usan cotidianamente las personas. Adicional a esto, se presenta reducida separación entre mobiliarios, en lo cual se encuentran entre cuatro o más bancas (mesa y silla) agrupadas, afectando la comodidad corporal y movilidad del estudiante durante el desarrollo de sus actividades.

4.3. Presentación de Resultados y Discusión

4.3.1. Análisis Cuantitativo

a) Análisis de la calidad acústica mediante mediciones con el Sonómetro

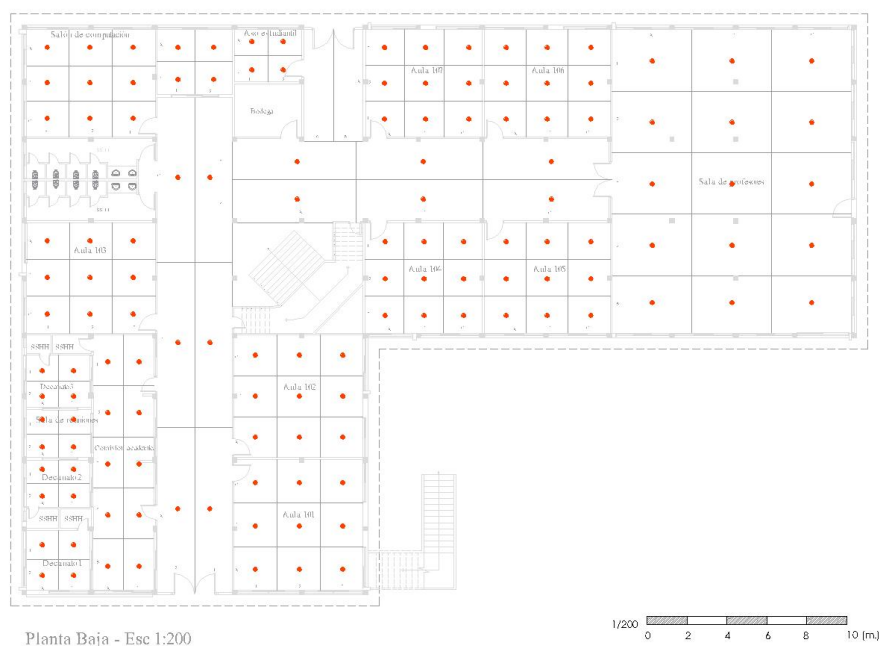
Para el siguiente análisis del edificio, se realizó la toma de datos en los espacios que los usuarios usan diariamente, como aulas educativas, sala de cómputo, sala de profesores, auditorio, corredor y otros.

Planta Baja

En la toma de datos se aplica una malla para cada espacio, respecto a las aulas educativas de planta baja, se emplea una cuadrícula de 3X3; en cambio, en el centro de desarrollo integral, asociación estudiantil, oficinas de decanos, se usa una cuadrícula de 2X2; en el corredor se emplea una cuadrícula de 2X3 y en la sala de profesores una cuadrícula de 3X5. (Figura 15)

Figura 15.

Retícula empleada en los espacios académicos en planta baja

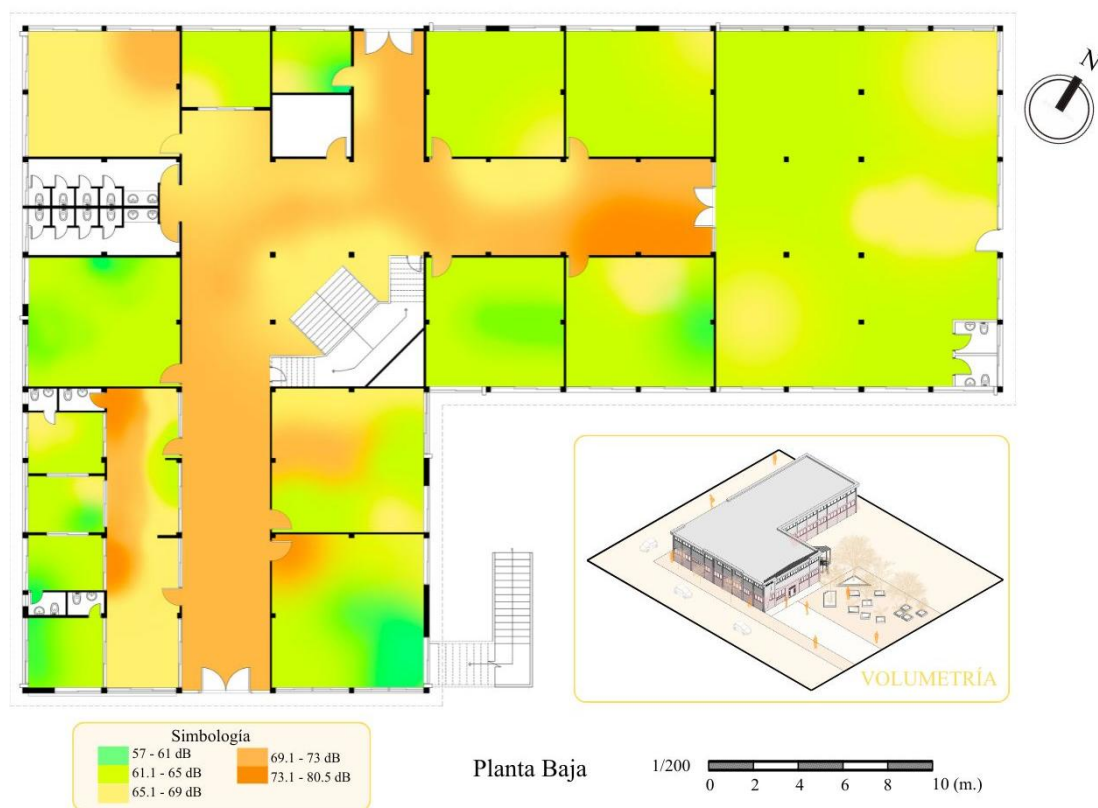


Nota: Gráfica de retícula utilizada para la toma de datos de los espacios educativo de planta baja del Edificio FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

Comportamiento del Sonido en planta baja.

El comportamiento del sonido en planta baja es más fuerte en los pasillos o área de circulación, comprendido en un rango de 69.1 a 73 dB, debido a la concentración de estudiantes; además, se evidencia un nivel sonoro más alto en áreas donde se encuentra mobiliarios (bancas, sillas y mesas) (Figura 16).

Respecto a las aulas de clases, tienen una frecuencia sonora similar, a excepción de la sala de cómputo, en la cual denota decibeles mayores; esto puede estar influenciado por el ruido propio que genera el equipo de cómputo.

Figura 16.*Mapa de Incidencia de sonido en planta baja*

Nota: Mapa de incidencia de sonido en planta baja del Edificio FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

Mediante los espacios analizados en planta baja, se obtiene como resultado que no se cumplen los niveles de decibeles según normativas. En las siete aulas educativas se obtuvo una media aritmética de 63,43 dB, la cual no cumple con el rango de 35 a 45 dB según el Ministerio de Medio Ambiente, teniendo una variación de 40,96%, evidenciando más ruido del recomendado por la normativa (Tabla 11)

Para el salón de cómputo refleja 64,88 dB, lo cual supera los 50 dB indicados por el Ministerio de Medio Ambiente, teniendo una variación de 29,7%; en otras palabras, no cumple.

En el caso de la sala de profesores, se obtuvo 64,88 dB; el centro de desarrollo integral, 64,49 dB y las oficinas del personal administrativo y decanos evidencian datos superiores a 45 dB bajo la normativa del Ministerio de Medio Ambiente, es decir, no cumplen.

Otro espacio para destacar es el corredor o área de circulación, en lo cual arrojó un resultado de 69,70 dB, superando los 55 dB según las normativas de la Organización Mundial de la Salud, manteniendo una variación del 26,72%, es decir, no cumple.

Tabla 11.

Comportamiento del sonido en planta baja

Comportamiento del sonido en planta baja					
Jornada	Espacio	dB	Media aritmética	dB según MMA	Cumple/ No cumple
Diurna	Aula 101	64.61	63.43	35/45	No cumple
	Aula 102	66.72			
	Aula 103	62.01			
	Aula 104	61.91			
	Aula 105	62.34			
	Aula 106	63.25			
	Aula 107	63.21			
	Salón de computo	68.02	68.02	50	No cumple
	Sala de profesores	64.88	64.88	45	No cumple
	Centro de desarrollo integral	64.49	64.49	35/45	No cumple
	Asociación estudiantil	63.39	63.39		No cumple
	Decanato 1	62.25	62.25	45	No cumple
	Decanato 2	62.50	62.50		No cumple
	Decanato 3	63.13	63.13		No cumple
	Sala de reuniones	62.88	62.88		No cumple
	Comisión académica	62.25	62.25		No cumple
Jornada	Espacio	dB	Media aritmética	dB según la OMS	Cumple/ No cumple
Diurna	Corredor	69.70	69.70	55	No cumple

Nota: Datos del comportamiento del sonido en planta baja del edificio FCCA- B13 Uleam.

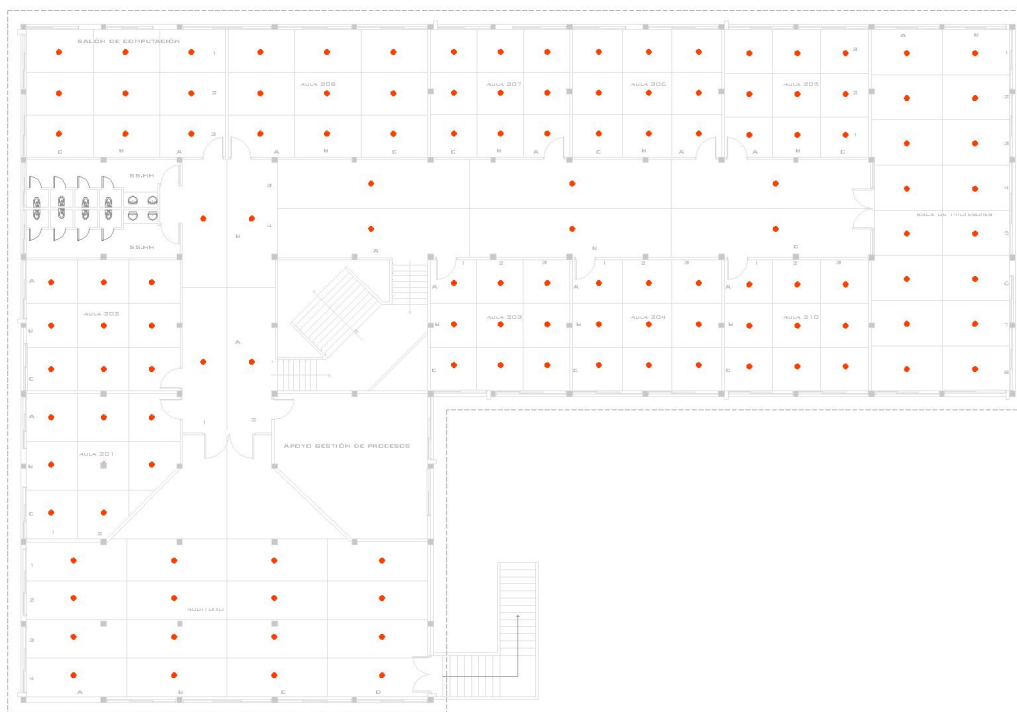
Elaborado por la autora.

Planta Alta.

En la toma de datos se emplea una malla para cada espacio; respecto a las aulas educativas de planta alta y apoyo de gestión de proceso, se aplica una cuadrícula de 3X3; en el corredor se emplea una cuadrícula de 2X3; en el auditorio, una cuadrícula de 4x4 y en la sala de profesores, una cuadrícula de 2X8 (Figura 17)

Figura 17.

Retícula empleada en los espacios académico en planta alta



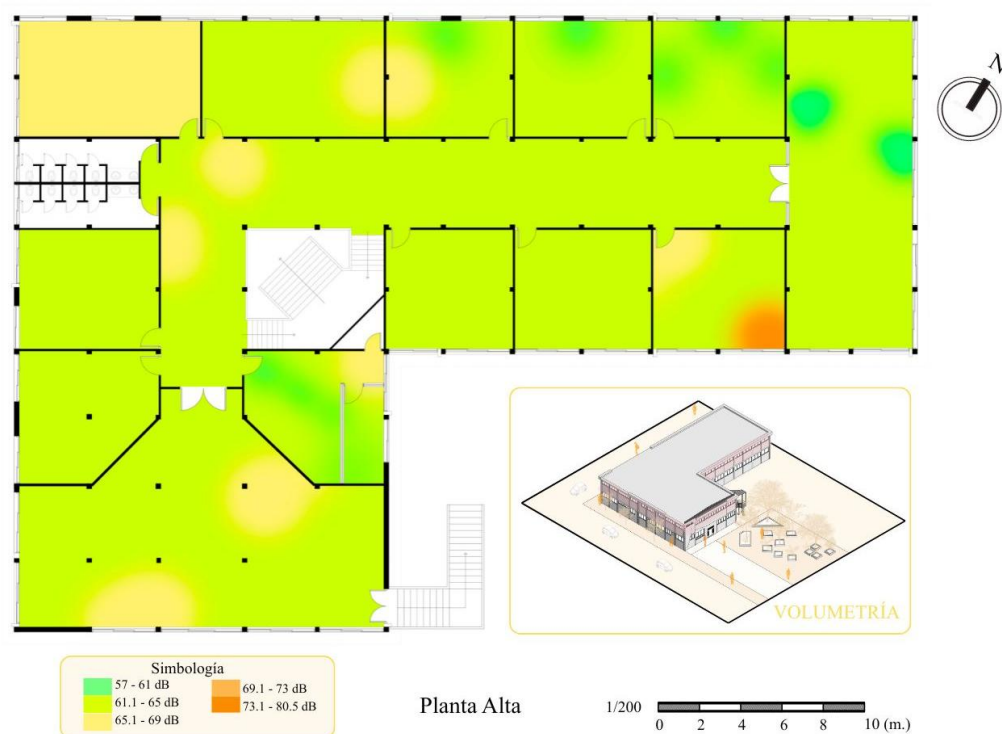
Nota: Gráfica de retícula utilizada para la toma de datos de los espacios educativo del primer nivel del Edificio FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

Comportamiento del sonido en planta alta

El sonido en planta alta, la frecuencia sonora es diferente comparada con planta baja, se observa que, en los pasillos, aulas de clases y auditorio, mantiene un nivel sonoro igual, comprendido entre 61.1 a 65 dB, a excepción de sala de cómputo en la que se evidencian decibeles mayores. La representación del rango de decibelios en color amarillo y verde en los espacios se debe a la cercanía a ventanales y al ruido que genera el aire acondicionado.

Figura 18.

Mapa de Incidencia de sonido en planta alta



Nota: Mapa de incidencia de sonido en planta alta del Edificio FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

Mediante los espacios analizados en planta alta, se obtiene como resultado que no se cumplen los niveles de decibeles según normativas. En las nueve aulas educativas se obtuvo una media aritmética de 49,35 dB, la cual no cumple con el rango de 35 a 45 dB según el Ministerio de Medio Ambiente, teniendo una variación de 7,7 % evidenciando más ruido del recomendado por la normativa, aunque su diferencia de decibeles no varía mucho.

Para el salón de cómputo tiene como resultado 66,85 dB, lo cual supera los 50 dB indicados por el Ministerio de Medio Ambiente, teniendo una variación de 33.7 %; en otras palabras, no cumple. Respecto a la sala de docentes, se obtuvo 62,37 dB, evidenciando datos superiores al 45 dB bajo la normativa del Ministerio de Medio Ambiente, manteniendo una variación de 38,6 %, es decir, no cumple.

En el auditorio dio como resultado 63,51 dB que supera los 50 dB según el Ministerio del Medio Ambiente, lo cual no cumple.

Otro espacio para considerar es el corredor o área de circulación, en lo cual arrojó un resultado de 64,9 dB superando los 55 dB según las normativas de la Organización Mundial de la Salud, manteniendo una variación del 18%, es decir, no cumple.

Figura 19.

Comportamiento del sonido en planta alta

Comportamiento del sonido en planta alta					
Jornada	Espacio	dB	Media aritmética	dB según MMA	Cumple/ No cumple
Diurna	Aula 201	62.98	49.35	35/45	No cumple
	Aula 202	70.11			
	Aula 203	62.71			
	Aula 204	62.72			
	Aula 205	61.61			
	Aula 206	61.94			
	Aula 207	62.12			
	Aula 208	63.86			
	Aula 210	64.64			
	Salón de computo	66.85	66.85	50	No cumple
	Sala de profesores	62.37	62.37	45	No cumple
	Auditorio	63.51	63.51	45/50	No cumple
	Apoyo y gestión de proceso	61.06	61.06	45	No cumple
Jornada	Espacio	dB	Media aritmética	dB según la OMS	Cumple/ No cumple
Diurna	Corredor	64.09	64.09	55	No cumple

Nota: Datos del comportamiento del sonido en planta alta del edificio FCCA- B13 Uleam.

Elaborado por la autora.

b) Cálculo del Tiempo de Reverberación (T60)

Los resultados obtenidos del edificio FCCA-B13 registran que ninguno de los espacios analizados cuenta con valores que dictamina la Norma ANSI/ASA S12.60-2010 Parte 1, en la cual recomienda el tiempo de reverberación de 0,6 segundos, presentando tiempo de reverberación superior a lo recomendado. A continuación, el análisis procedente de T60 de cada espacio se calcula en base a la ecuación de Sabine, lo cual permite conocer la continuidad sonora en segundos (s) de un espacio, lo cual puede presentar dos escenarios desventajosos, entre ellos:

- Si existe persistencia de sonido prolongado o largo, se vuelve incomprensible el sonido, debido a que se combinan.
- Si existe persistencia de sonido corto, se vuelve un sonido que no se logra ser escuchado, puesto que no llegan las ondas sonoras al oyente, es decir, sonidos secos.

Referente al coeficiente de absorción, existen varias frecuencias; no obstante, se selecciona la de 500 Hz, ya que corresponde a la inteligibilidad de la voz humana y porque representa un rango estándar para conocer el tiempo de reverberación de un lugar.

Planta Baja

En base a las aulas educativas, se evidencia tiempo de reverberación superior a lo establecido, siendo el aula 102 el más alto con 4,16 s y el 101 el más bajo con 3,33 s. En cambio, el salón de cómputo registra un tiempo de reverberación de 3,82 s. Estos datos muestran niveles que superan entre cinco y seis veces el límite máximo recomendado por la normativa de 0,6 s, lo que indica que el mobiliario y elementos que conforman el espacio no son suficientes para una buena absorción acústica; en consecuencia, afecta la inteligibilidad del habla del docente y estudiante.

Respecto a la comisión académica, se evidencia como uno de los espacios con el valor más alto de reverberación, con un 3,06 s, en cambio, los tres decanatos presentan un comportamiento variable y menor a pesar de contar con los mismos elementos. Entre los tres decanatos, se registra el decanato 1 con 1,27 s como el mejor desempeño acústico, seguido del decanato 2 con 2,21 s y el decanato 3 con 2,56 s. A pesar de ser los espacios de planta baja con menor reverberación, dentro de la norma, ninguno cumple con lo establecido, por lo cual se deben incorporar estrategias de mejora acústica.

La asociación estudiantil y el centro de desarrollo integral también reflejan resultados superiores a la norma; asimismo, la sala de profesores presenta un tiempo de reverberación de 4,15 s y corredor con 5,98 s.

En resumen, todos los espacios de planta baja no cumplen, lo que demuestra una deficiencia de calidad acústica. Esto puede relacionarse principalmente con los materiales reflectantes como pisos cerámicos, vidrio, paredes lisas y otros; en otras palabras, no cumple con el aislamiento óptimo para un espacio académico.

Tabla 12.
Tiempo de reverberación en planta baja

Espacio	Tiempo de reverberación (S)
Aula 101	3.33
Aula 102	4.16
Aula 103	3.89
Aula 104	3.81
Aula 105	3.82
Aula 106	3.69
Aula 107	3.59
Salón de computo	3.82
Comisión Académica	3.06
Asociación estudiantil	2.05
Centro de desarrollo integral	2.57
Decanato 1	1.27
Decanato 2	2.21
Decanato 3	2.56
Sala de reuniones	2.57
Sala de profesores	4.15
Corredor	5.98

Nota: Datos del tiempo de reverberación en planta baja del edificio FCCA- B13 Uleam, en base al coeficiente de absorción sonora de 500 Hz. Elaborado por la autora.

Planta Alta.

En todos los espacios que conforman la planta alta, no cumple con el tiempo de reverberación de 0,6 segundo según ANSI S12.60-2010; todos presentan valores altos a lo establecido. En este sentido se comprende que las áreas destinadas para el proceso de enseñanza y aprendizaje, se evidencia el salón de cómputo con el valor más elevado, con 6,01 segundos, mientras que el menor se muestra en el aula 207 con un valor de 3,63 segundos.

De toda la muestra en planta alta, el valor más alto se destina al área de circulación o corredor con 7,70 segundos; esto evidencia una ausencia de elementos absorbentes.

Tabla 13.
Tiempo de reverberación en planta alta

Espacio	Tiempo de reverberación (S)
Aula 201	4.23
Aula 202	4.06
Aula 203	3.84
Aula 204	3.78
Aula 210	3.84
Aula 205	3.67
Aula 206	3.71
Aula 207	3.63
Aula 208	3.88
Salón de computo	6.01
Sala de profesores	2.94
Auditorio	4.11
Corredor	7.70
Apoyo y gestión de proceso	4.88

Nota: Datos del tiempo de reverberación en planta alta del edificio FCCA- B13 Uleam, en base al coeficiente de absorción sonora de 500 Hz. Elaborado por la autora.

c) Análisis de la calidad lumínica mediante las mediciones con Luxómetro

Las mediciones lumínicas fueron realizadas mediante el instrumento luxómetro digital de lectura automática. La toma de datos fue realizada bajo dos condiciones: iluminación artificial e iluminación mixta; sin embargo, la iluminación mixta aplica en las aulas educativas, salón de cómputo y auditorio. El resto de los espacios, como sala de profesores y corredor, fue realizado bajo la iluminación artificial.

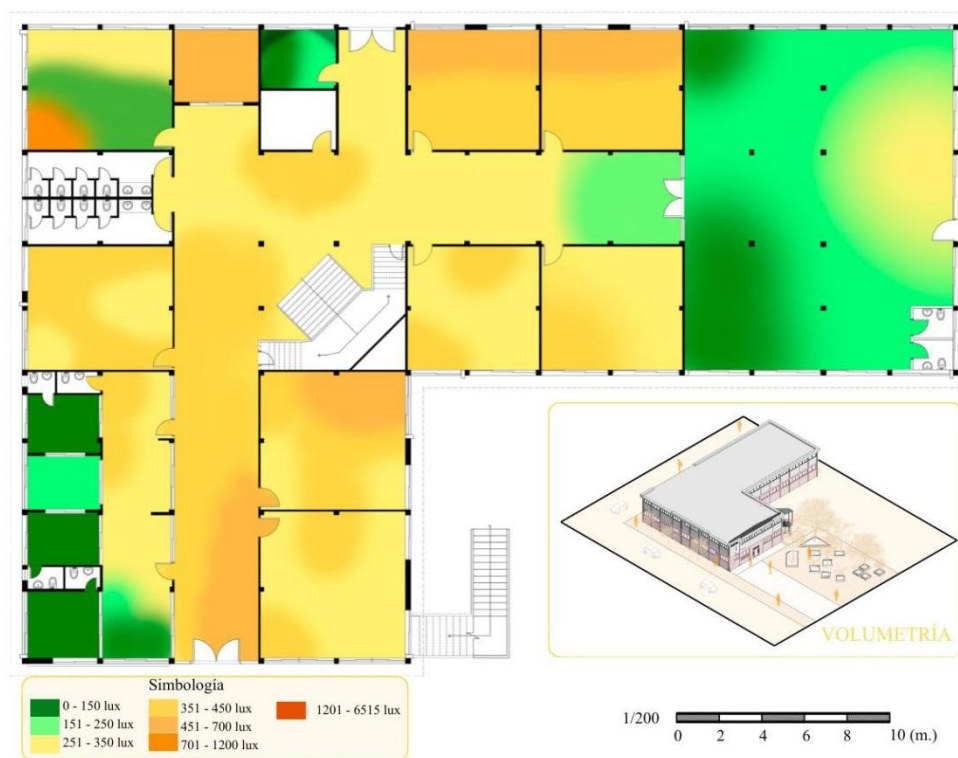
Nivel de Intensidad de luz en planta baja

Mediante el análisis del mapa de iluminación artificial de planta baja, se visualiza una distribución lumínica heterogénea, en la que el rango que prevalece es de 251 a 450 lux. Estos

niveles se encuentran principalmente en varias aulas y áreas de circulación, más aún en espacios que permiten el ingreso de luz natural por medio de los accesos, a excepción de pequeñas zonas oscuras.

Los espacios con baja intensidad lumínica, donde predomina el rango de 0 a 250 lux, se encuentran en sala de profesores, oficinas administrativas y otros, evidenciando inefficientes niveles de lux recomendados para los espacios académicos.

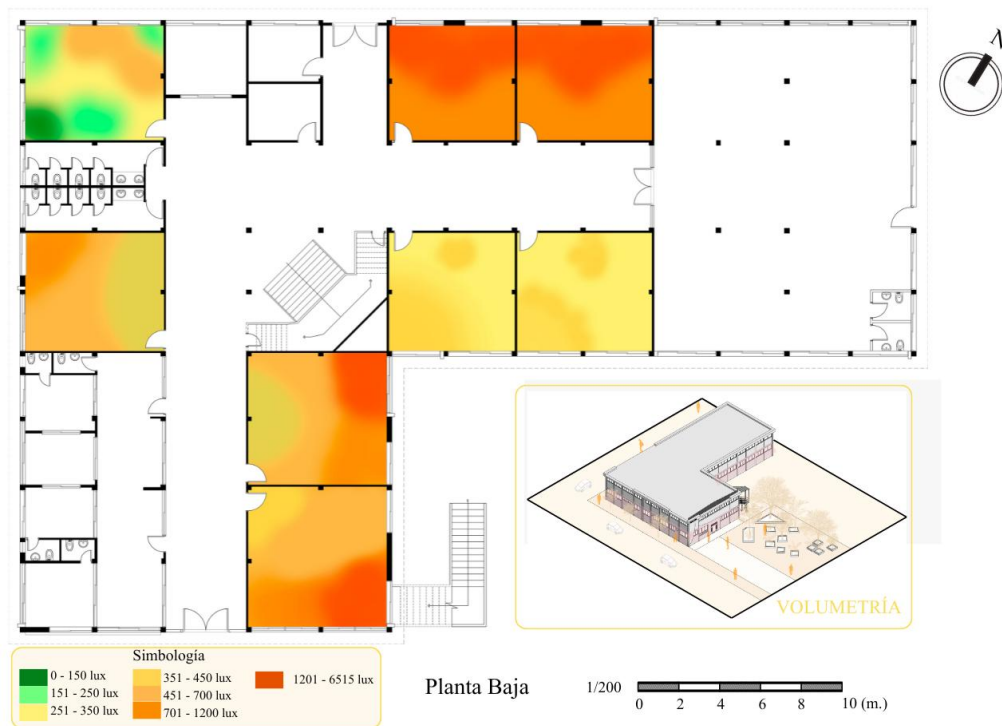
Figura 20.
Mapa de iluminación artificial en planta baja



Nota: Mapa de iluminación artificial en planta baja del edificio FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

Referente al análisis de iluminación mixta, se evidencian espacios sobreiluminados en aulas educativas orientadas al noroeste y sureste; además, se muestra una iluminación heterogénea en salón de cómputo, con variaciones de luxes entre 0 a 350 lux.

Figura 21.
Mapa de iluminación mixta en planta baja



Nota: Mapa de iluminación mixta en aulas y salón de cómputo en planta baja del edificio FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

Análisis de iluminación en Planta Baja.

En las aulas educativas se tuvo una media aritmética de 372 lux en tipo de iluminación artificial, lo cual alcanza y supera los 300 lux indicados en la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 2969. Iluminación por ambientes); en otras palabras, cumple (Tabla 14). Referente a la zona

administrativa, como el área de comisión académica, oficinas de decano y otros, se obtiene una media aritmética de 150 lux; en otras palabras, no cumple con lo recomendado en base a la normativa INEN.

Por otra parte, en los datos de iluminación mixta (natural y artificial), se registra una media aritmética de 893 lux en las aulas académicas, reflejando una elevada intensidad lumínica, generando una sobreiluminación y deslumbramiento dentro del espacio académico. En el caso del salón de cómputo, se evidencian niveles de iluminación inferiores a los 500 lux, alcanzando 260 lux con iluminación artificial y 304 lux en iluminación mixta, reflejando un déficit lumínico, teniendo una variación de -48% y 39,2% respectivamente, es decir, no cumple.

Para el salón de desarrollo integral tiene un promedio de 524 lux, superando los 300 lux; es decir, cumple. En cambio, para la sala de profesores se reflejan 215 lux, resultado inferior a los 300 lux recomendados por la Norma Técnica Ecuatoriana, teniendo una variación de -28,3%, es decir, no cumple. Para culminar, en el corredor o área de circulación se evidencia 832 lux, resultado superior a los 300 lux, es decir, cumple bajo la normativa establecida por NTE.

Tabla 14.
Comportamiento de iluminación en planta baja

Comportamiento de iluminación artificial en planta baja					
Jornada	Espacio	Lux	Media aritmética	Lux según NTE	Cumple/ No cumple
Diurna	Aula 101	330	372	300	Cumple
	Aula 102	399			
	Aula 103	355			
	Aula 104	332			
	Aula 105	331			
	Aula 106	429			
	Aula 107	425			
	Salón de computo	260	260.00	500	No cumple
	Comisión académica	261	150	300	No cumple
	Decanato 1	114			
	Decanato 2	102			
	Decanato 3	88			
	Sala de reuniones	188			
	Asociación estudiantil	163			
Sala de profesores	215	215			No cumple
Corredor	824	824	Cumple		
Comportamiento de iluminación mixta en planta baja					
Diurna	Aula 101	720	893	300	Cumple
Diurna	Aula 102	759			
	Aula 103	508			
	Aula 104	342			
	Aula 105	347			
	Aula 106	1809			
	Aula 107	1769			
	Salón de computo	304	304	500	No cumple
Centro de desarrollo integral	524	524	300	Cumple	

*Nota: Datos de análisis de iluminación en planta baja del edificio FCCA- B13 Uleam.
Elaborado por la autora.*

Nivel de Intensidad de luz

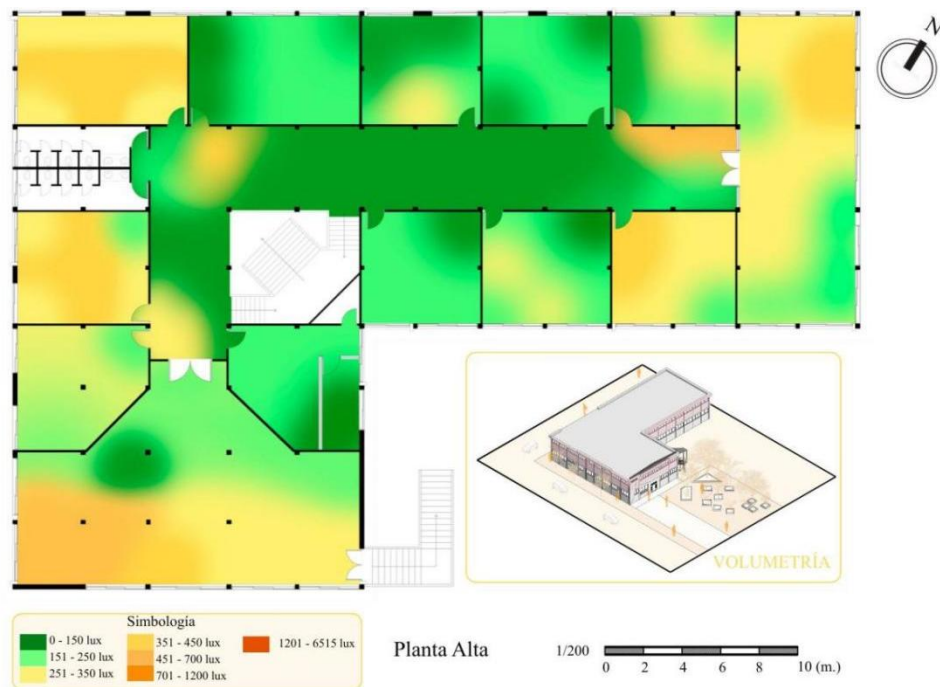
A diferencia de la planta baja, en la planta alta la iluminación artificial comprende sectores con nivel de iluminación ineficiente; en otras palabras, no cumple con lo recomendado por la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 2969. Iluminación por ambientes), en la cual predomina el rango de iluminación de 0 a 250 lux. En gran parte de las aulas o espacios académicos predomina el color verde, evidenciando condiciones lumínicas reducidas y zonas oscuras, mayormente en las esquinas de las aulas de clases.

Por otra parte, en el corredor o área de circulación en gran parte del espacio se observa mayor presencia de bajos niveles de iluminación, aunque con variaciones entre sus extremos. Lo cual demuestra que no existe una iluminación similar en todo el recorrido; además, esto se da por

la falta de abertura que permita la entrada de luz natural y por la falta de mantenimiento en luminarias.

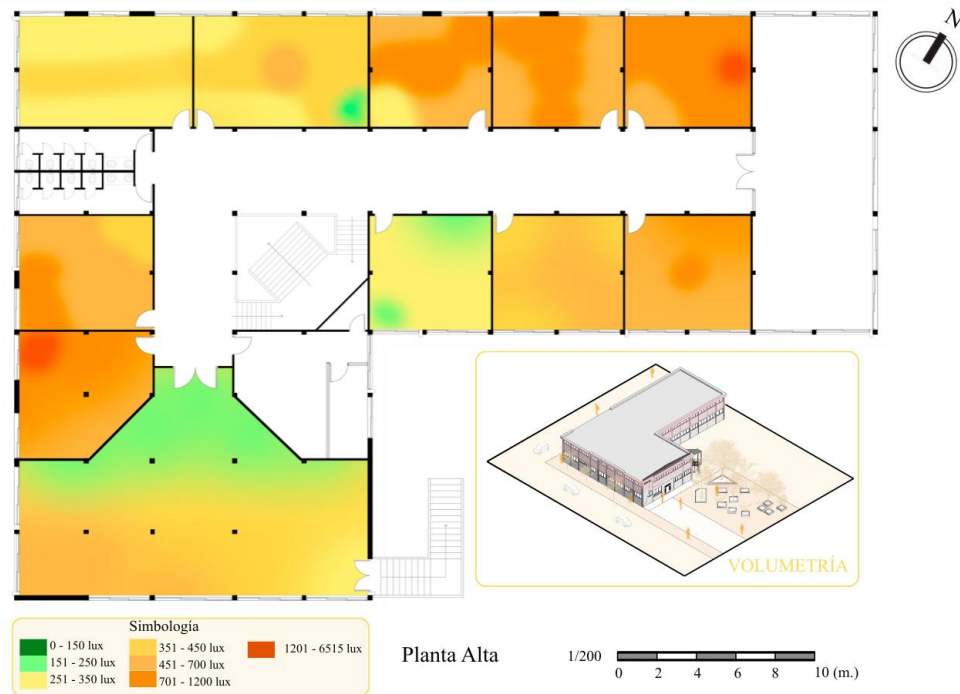
Figura 22.

Mapa de iluminación artificial en planta alta



Nota: Mapa de iluminación artificial en planta alta del edificio FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

Referente a la iluminación mixta, se muestran aulas sobreiluminadas entre un rango de 701-1200 lux, más en áreas cercanas a ventanales; sin embargo, también se evidencian zonas oscuras a nivel inferior de 250 lux. A pesar de que la iluminación se complementa con la natural, esto repercute más en usuarios en horario nocturno.

Figura 23.*Mapa de iluminación mixta en planta alta*

Nota: Mapa de iluminación mixta en aulas, auditorio y salón de cómputo en planta alta del edificio FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

Análisis de iluminación en planta alta.

En las aulas educativas, respecto a la iluminación artificial, se obtiene una media aritmética de 224 lux, obteniendo un resultado por debajo de los 300 lux indicados en la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 2969. Iluminación por ambientes), manteniendo una variación de -25,33%; en otras palabras, no cumple. Esto refleja deficiencia lumínica cuando el espacio depende únicamente de la iluminación artificial y más cuando el establecimiento académico otorga clases hasta las nueve de la noche.

Por otra parte, en los datos de iluminación mixta (natural y artificial) en las aulas de clases, se registra una media aritmética de 550 lux, obteniendo un valor superior al establecido por la normativa NTE. En el caso del salón de cómputo, se evidencian niveles de iluminación inferior a los 500 lux recomendados, alcanzando 310 lux con iluminación artificial y 364 lux en iluminación mixta, reflejando un déficit lumínico, teniendo una variación de -38% y -27,2% respectivamente, es decir, no cumple.

Respecto al auditorio, se muestran niveles de iluminación inferiores a los 500 lux, alcanzando 310 lux con iluminación artificial y 388 lux en iluminación mixta, reflejando un déficit lumínico, teniendo una variación de -38% y -22,4% respectivamente, es decir, no cumple.

En cuanto al aula de apoyo de gestión de proceso respecto a iluminación artificial muestra un déficit con solo 167 lux, valor muy inferior a los 300 lux recomendado por la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 2969. Iluminación por ambientes).

Para el corredor o área de circulación, los resultados obtenidos fueron de 194 lux, dato inferior a los 300 lux establecidos por la normativa, teniendo una variación de -35,33%, es decir, no cumple. Arquitectónicamente, el espacio carece de aberturas o ventanas que permitan el ingreso de luz natural, convirtiendo el espacio dependiente de luz artificial.

Por último, la sala de profesores presenta un promedio de 273 lux, valor inferior a los 300 lux establecidos por la normativa, evidenciando iluminación insuficiente, con una variación de -9%, es decir, no cumple.

Tabla 15.
Comportamiento de iluminación en planta alta

Comportamiento de iluminación artificial en planta alta					
Jornada	Espacio	Lux	Media aritmética	Lux según NTE	Cumple/ No cumple
Diurna	Aula 201	274	224	300	No cumple
	Aula 202	326			
	Aula 203	186			
	Aula 204	214			
	Aula 205	204			
	Aula 206	170			
	Aula 207	149			
	Aula 208	193			
	Aula 210	301			
	Salón de computo	310	310	500	No cumple
	Auditorio	310	310		No cumple
	Corredor	194	194	300	No cumple
	Sala de profesores	273	273		No cumple
Apoyo de gestión de proceso	167	167	No cumple		
Comportamiento de iluminación mixta en planta alta					
Diurna	Aula 201	882	550	300	Cumple
	Aula 202	662			
	Aula 203	273			
	Aula 204	462			
	Aula 205	969			
	Aula 206	170			
	Aula 207	489			
	Aula 208	370			
	Aula 210	671			
	Salón de computo	364	364	500	No cumple
	Auditorio	388	388	500	No cumple

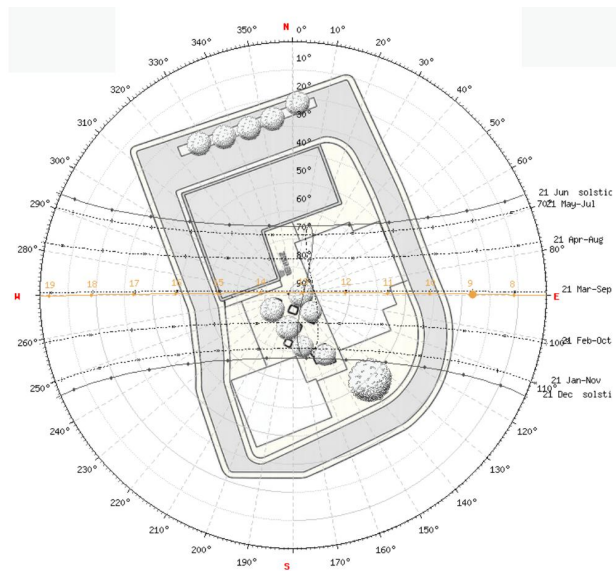
Nota: Datos de análisis de iluminación en planta alta del edificio FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

d) Análisis mediante el Software “Solar Analycis For Revit”.

Mediante el programa de Solar Analysis for Revit, permite conocer la incidencia solar de las diversas caras del edificio; para un mejor análisis, se han escogido los siguientes periodos: equinoccio de otoño, solsticio de invierno, equinoccio de primavera y solsticio de verano.

Análisis en Equinoccio de Otoño (23 de septiembre)

Figura 24.
Gráfica solar de equinoccio de Otoño



Nota: Gráfica solar de equinoccio de otoño vista en planta. Elaborado por la autora y gráfica de la página [sunearthtools](#).

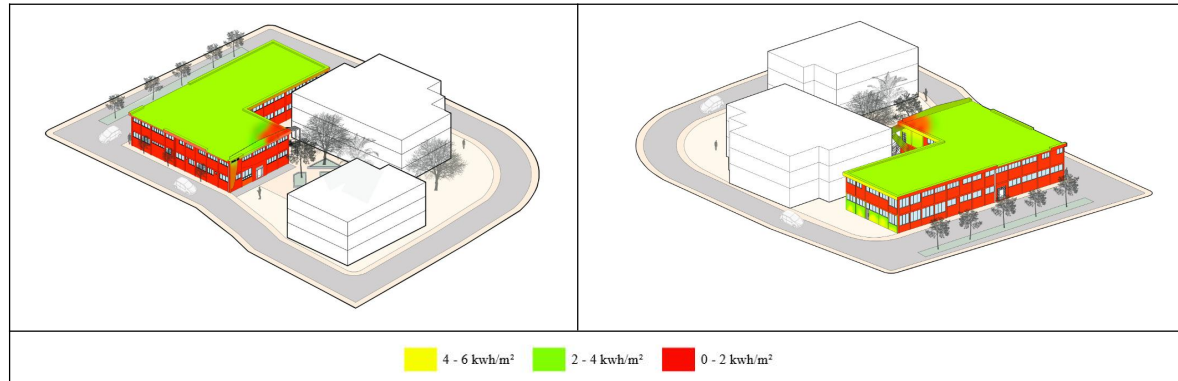
Incidencia de radiación solar de 9:00 a 10:00 horas

Los resultados obtenidos mediante el software a las 9:00 y 10:00 de la mañana muestran una incidencia solar moderada sobre el edificio, alcanzando una radiación acumulada de 0,08 kwh/m², de modo que en horas de la mañana la exposición solar es baja.

La cubierta es uno de los elementos que presenta mayor radiación, comprendida entre 2 y 4 kwh/m², debido a la ausencia de elementos que mitiguen su radiación directa.

Asimismo, se evidencia que la mayor concentración solar se registra en la fachada este o lateral derecha, comprendida entre 2 y 6 kwh/m², debido a que el sol comienza a ascender.

En cambio, las fachadas opuestas mantienen una radiación baja de 0 y 2 kwh/m², debido a la sombra propia que genera la envolvente y por la sombra natural que crea la vegetación circundante.

Figura 25.*Incidencia solar en las fachadas de 9:00 a 10:00 horas*

Nota: Incidencia solar en las fachadas frontal, posterior, lateral izquierda y derecha. del edificio FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

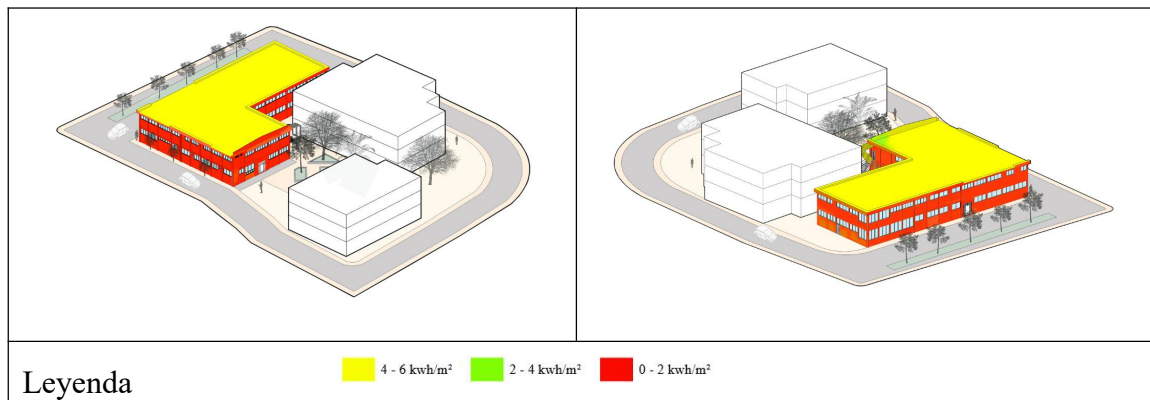
Incidencia de radiación solar de 12:00 a 13:00 horas

Los resultados obtenidos mediante el software en el intervalo de tiempo de 12:00 a 13:00 pm evidencian mayor radiación acumulada por metro cuadrado, de 0,08 kwh/m² a 0,32 kwh/m², debido a que la radiación solar alcanza uno de sus niveles más altos en el día y la exposición es más directa al edificio académico, incidiendo de forma más perpendicular sobre la envolvente.

El comportamiento del sol en las fachadas es diferente que en la mañana; todas las fachadas del edificio presentan nivel de exposición baja, comprendido entre 0 y 2 kwh/m², debido a la posición casi cenital del sol, de modo que las superficies horizontales son más afectadas que las superficies verticales.

Figura 26.

Incidencia solar en la fachadas de 12:00 a 13:00 horas



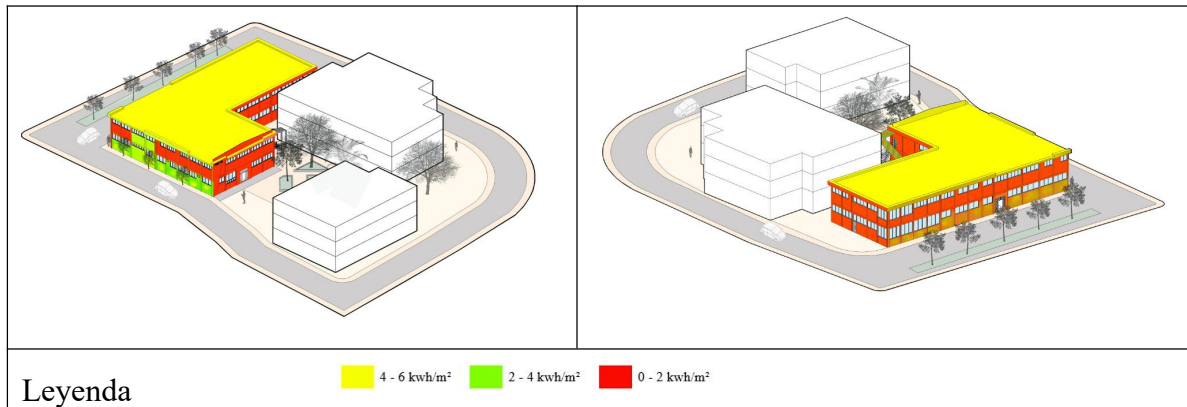
Nota: Incidencia solar en las fachadas frontal, posterior, lateral izquierda y derecha. del edificio

FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

Incidencia de radiación solar de 15:00 a 16:00 horas

Los resultados obtenidos mediante el software en el horario de 15:00 a 16:00 horas evidencian la radiación acumulada de 0,41 kWh/m²; comparando con el resultado del mediodía, se muestra un aumento de incidencia solar.

Debido a que en la tarde el sol se empieza a desplazar hacia la orientación oeste, de modo que la incidencia solar afecta a las fachadas contrarias, en este caso la fachada lateral derecha y posterior orientada al suroeste y noroeste, comprende mayor captación de energía solar en fachada lateral derecha, registrando un valor entre 2 a 4 kWh/m². En cambio, la fachada posterior registra un valor de 0 a 2 kWh/m²; su nivel solar es bajo, debido a que el posicionamiento del sol es perpendicular sobre el ecuador terrestre.

Figura 27.*Incidencia solar de 15:00 a 16:00 horas*

Nota: Incidencia solar en las fachadas frontal, posterior, lateral izquierda y derecha. del edificio

FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

En el equinoccio de otoño se muestra variación de exposición solar a lo largo de la jornada; en el caso de 9:00 a 10:00 horas muestra como resultado 0,08 kwh/m², de 12:00 a 13:00 horas 0,32 kwh/m² y, por último, de 15:00 a 16:00 horas 0,41 kwh/m². Esto demuestra que la mayor acumulación de energía solar es durante la tarde; en cambio, durante la mañana la radiación solar es menor, concentrándose principalmente en el este. Caso contrario en los resultados de las tres de la tarde, en la cual se concentra en las fachadas posterior y lateral izquierda, pero con mayor incidencia solar.

Por otra parte, al mediodía toda la envolvente se mantiene con una acumulación de radiación solar uniforme, a excepción de la cubierta, es la superficie más afectada a lo largo del día, convirtiéndose en el elemento más crítico.

Tabla 16.

Datos de equinoccio de Otoño

Radiación acumulada		
9:00 a 10:00	12:00 a 13:00	15:00 a 16:00
0,08 kwh/m ²	0,32 kwh/m ²	0,41 kwh/m ²

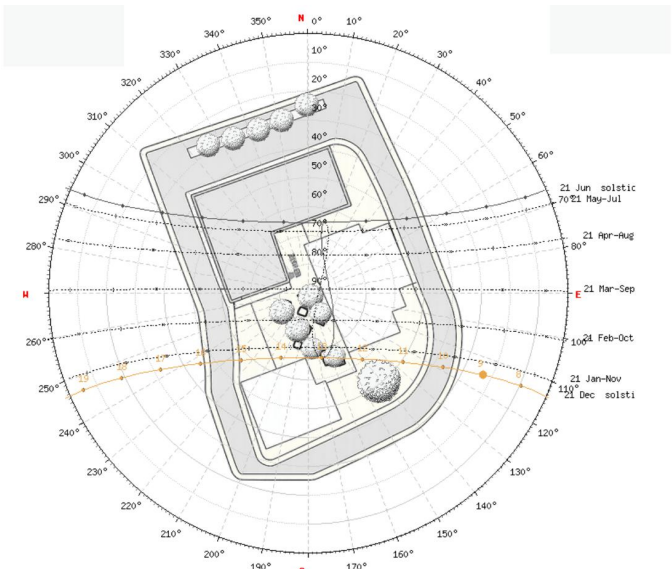
Nota: Resumen de la radiación acumulada del equinoccio de otoño del edificio FCCA- B13

Uleam. Elaborado por la autora.

Análisis en Solsticio de Invierno (21 de diciembre)

Figura 28.

Gráfica solar de Solsticio de Invierno



Nota: Gráfica solar de solsticio de invierno vista en planta. Elaborado por la autora y gráfica de la página sunearthtools.

Incidencia de radiación solar de 9:00 a 10:00 horas

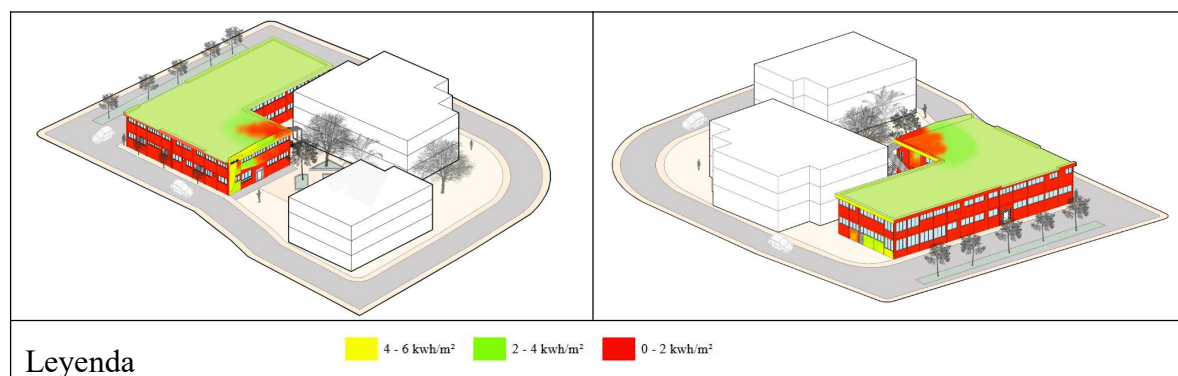
Los resultados obtenidos mediante el software a las 9:00 y 10:00 de la mañana registran una radiación acumulada de 0,18 kwh/m², en comparación con el equinoccio de otoño de 0,08 kwh/m² se evidencia mayor incidencia solar en horas de la mañana.

La cubierta presenta mayor exposición solar, alcanzando un nivel medio alto, además, se evidencia que una parte de la cubierta registra exposición solar baja debido a la mitigación de la vegetación y edificaciones cercanas. Por otra parte, se muestran pequeñas superficies de niveles moderados de concentración solar en las esquinas de la fachada frontal y lateral izquierda, debido a la orientación este y suroeste.

Además, la fachada frontal o suroeste no recibe mayor incidencia solar debido a la sombra natural que generan los arbustos y la sombra propia de la envolvente frente al edificio de estudio. Respecto a las fachadas occidentales, se evidencia una incidencia baja, debido a la sombra propia de la edificación y por el posicionamiento del sol.

Figura 29.

Incidencia de radiación solar de 9:00 a 10:00 horas



Nota: Incidencia solar en las fachadas frontal, posterior, lateral izquierda y derecha. del edificio FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

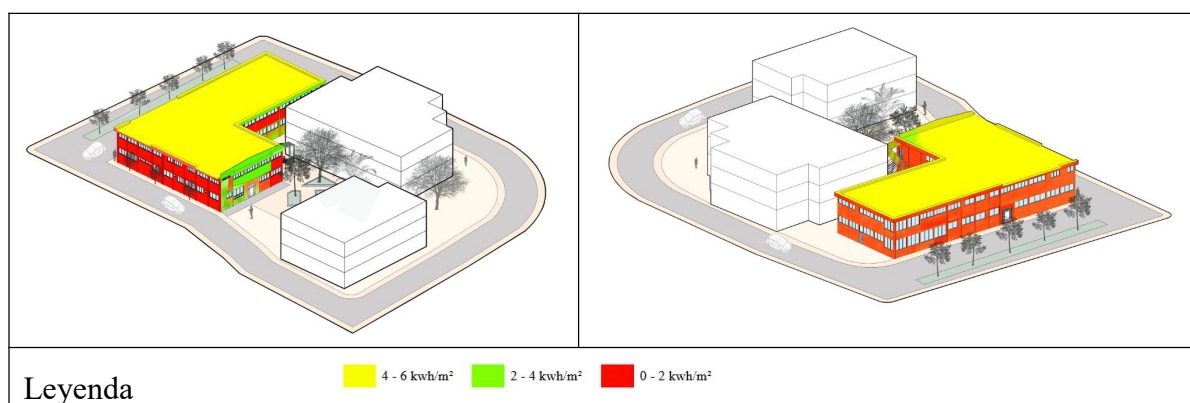
Incidencia de radiación solar de 12:00 a 13:00 horas

Los resultados obtenidos mediante el software en el intervalo de tiempo de 12:00 a 13:00 pm evidencian mayor radiación acumulada por metro cuadrado, pasando de 0,18 kwh/m² a 0,53 kwh/m², debido a que la radiación solar alcanza uno de sus niveles más altos en el día.

El comportamiento del sol en las fachadas es diferente: en la mañana, todas las fachadas del edificio presentan nivel de exposición baja, comprendido entre 0 a 2 kwh/m² a excepción de la fachada frontal, que presenta niveles de exposición media de 2- 4 kwh/m², debido a la inclinación del sol al sur.

Figura 30.

Incidencia de radiación solar de 12:00 a 13:00 horas



Nota: Incidencia solar en las fachadas frontal, posterior, lateral izquierda y derecha. del edificio FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

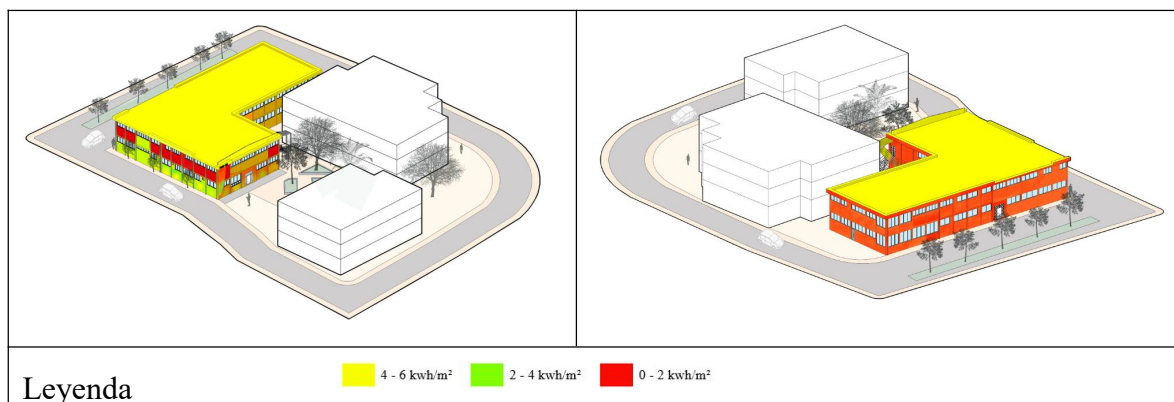
Incidencia de radiación solar de 15:00 a 16:00 horas

Los resultados obtenidos mediante el software en el horario de 15:00 a 16:00 horas evidencian la radiación acumulada de 0,22 kwh/m²; comparando con el resultado del mediodía, se muestra una disminución.

Debido a que en la tarde el sol se empieza a desplazar hacia la orientación suroeste, de modo que la incidencia solar empieza a exponerse en la fachada lateral derecha con niveles de radiación solar medio-alto; en cambio, la fachada frontal aún sigue expuesta, pero con nivel de exposición bajo.

Figura 31.

Incidencia de radiación solar de 15:00 a 16:00 horas



Nota: Incidencia solar en las fachadas frontal, posterior, lateral izquierda y derecha. del edificio

FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

En el solsticio de invierno se muestra variación de exposición solar a lo largo de la jornada; en el caso de 9:00 a 10:00 horas muestra como resultado 0,18 kwh/m², de 12:00 a 13:00 horas 0,53 kwh/m² y, por último, de 15:00 a 16:00 horas 0,22 kwh/m². Esto demuestra que la mayor acumulación de energía solar es durante el mediodía; en cambio, durante la mañana la radiación solar es menor, concentrándose principalmente en el este y suroeste. Caso contrario en los resultados de la tarde, en la cual se concentra en las fachadas orientadas hacia el oeste y sureste,

pero con menos incidencia solar. Asimismo, la cubierta es la superficie más afectada a lo largo del día, convirtiéndose en el elemento más crítico.

Tabla 17.
Datos de solsticio de Invierno

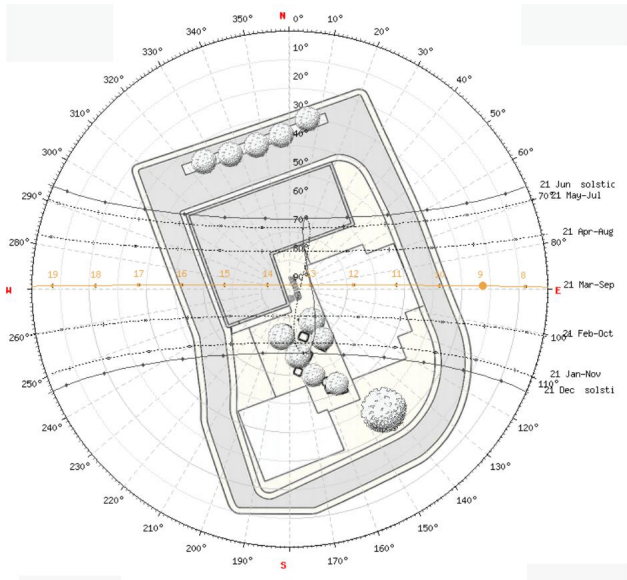
Radiación acumulada		
9:00 a 10:00	12:00 a 13:00	15:00 a 16:00
0,18 kwh/m ²	0,53 kwh/m ²	0,22 kwh/m ²

Nota: Resumen de la radiación acumulada del solsticio de invierno del edificio FCCA- B13

Uleam. Elaborado por la autora.

Análisis en Equinoccio de Primavera (21 de marzo)

Figura 32.
Gráfica solar de equinoccio de Primavera



Nota: Gráfica solar de equinoccio de primavera vista en planta. Elaborado por la autora y gráfica de la página sunearthtools.

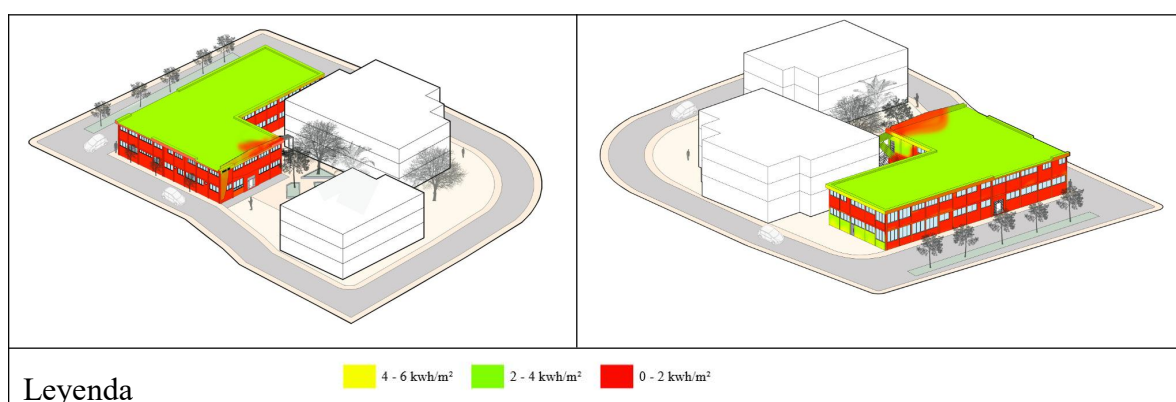
Incidencia de radiación solar de 9:00 a 10:00 horas

Los resultados obtenidos mediante el software a las 9:00 a 10:00 horas de la mañana muestran una incidencia solar moderada sobre el edificio, comprendida entre 2 y 6 kwh/m², registrando una radiación acumulada de 0,05 kwh/m². El elemento con mayor nivel de exposición solar es la cubierta debido a su contacto directo y la ausencia de elementos que mitiguen su radiación directa.

Asimismo, se evidencia que la fachada lateral derecha o fachada orientada al este, situada en la posición de la salida del sol y que permanece durante las primeras horas de la mañana, influye en recibir mayor radiación solar; en cambio, las fachadas opuestas presentan bajo nivel de exposición, debido a que su volumetría crea sombra propia y la protección por la vegetación cercana, lo cual beneficia al confort ambiental.

Figura 33.

Incidencia solar de 9:00 a 10:00 horas



Nota: Incidencia solar en las fachadas frontal, posterior, lateral izquierda y derecha. del edificio

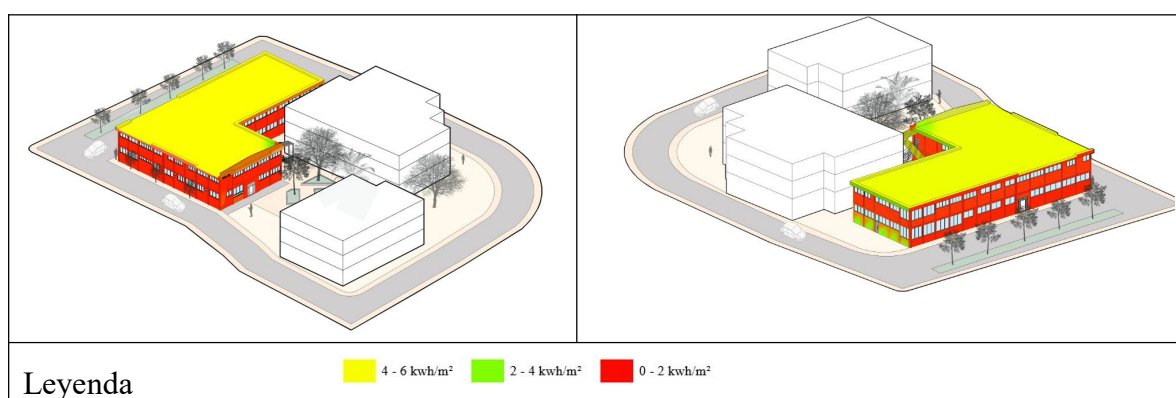
FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

Incidencia de radiación solar de 12:00 a 13:00 horas

Los resultados obtenidos mediante el software en el intervalo de tiempo de 12:00 a 13:00 pm, evidencian un incremento de radiación acumulado por metro cuadrado de un 0,05 kwh/m² a 0,35 kwh/m², debido a que la radiación solar alcanza uno de sus niveles más altos en el día y la exposición es más directa al edificio académico, de modo que el elemento más afectado es la cubierta, resultando niveles más altos de incidencia solar, comprendidos en un rango entre 4 y 6 kwh/m², convirtiéndola en una de las superficies más vulnerables en acumulación de energía solar.

Por otra parte, el comportamiento de las fachadas sigue siendo similar al estudio de las 9 am, debido a que el envolvente proyecta sombra, lo cual disminuye la radiación directa. A excepción de la fachada lateral derecha, se mantiene en nivel medio, ya que recibe una exposición ligera del sol y acumulación solar durante las horas de la mañana.

Figura 34.
Incidencia solar de 12:00 a 13:00 horas



Nota: Incidencia solar en las fachadas frontal, posterior, lateral izquierda y derecha. del edificio

FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

Incidencia de radiación solar de 15:00 a 16:00 horas

Los resultados obtenidos mediante el software en el horario de 15:00 a 16:00 horas evidencian la radiación acumulada de 0,28 kwh/m². Comparando con el resultado del mediodía, se muestra una disminución; esto se debe al descenso progresivo de la altura solar.

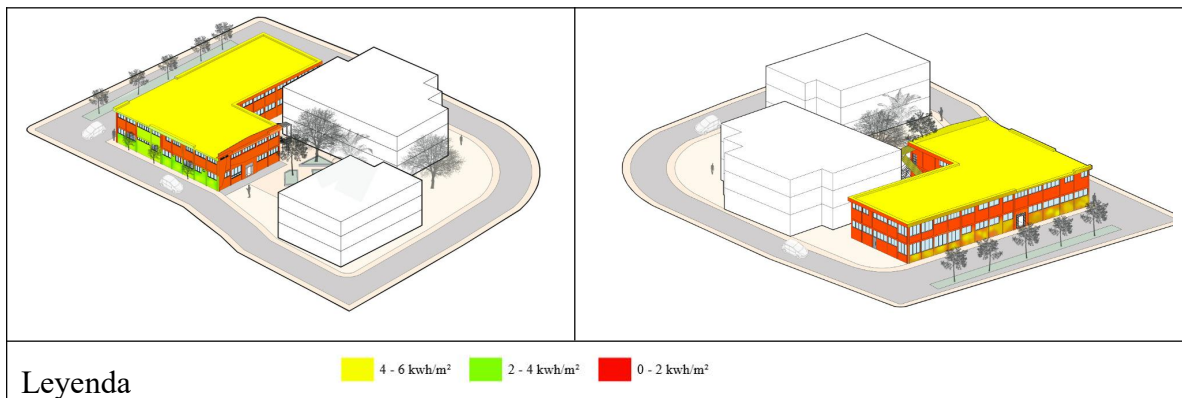
En horas de la tarde, el sol se empieza a desplazar hacia la orientación oeste, de modo que dos de las fachadas del edificio, tanto lateral izquierda como posterior, reciben mayor incidencia solar, por su ubicación al oeste y noroeste; por lo tanto, reciben radiación directa en la tarde. Su rango de valor comprende entre 4 a 6 kwh/m², nivel medio alto.

En cambio, las otras fachadas orientadas al este presentan baja incidencia solar, al encontrarse en la parte opuesta de la trayectoria solar; igualmente, influyen otros elementos que mitigan la radiación directa, como es el caso del edificio que se encuentra frente a la edificación estudiada y la propia forma geométrica en “L”, lo cual genera sombra propia. Adicional a esto, la presencia de vegetación contribuye a disminuir la incidencia solar en la envolvente.

Por otra parte, la cubierta sigue siendo el elemento más afectado respecto a la acumulación de radiación solar, debido a su exposición directa al cielo y la ausencia de elementos que reduzcan las ganancias térmicas.

Figura 35.

Incidencia solar de 15:00 a 16:00 horas



Nota: Incidencia solar en las fachadas frontal, posterior, lateral izquierda y derecha. del edificio

FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

En resumen, el equinoccio de primavera muestra variación de exposición solar a lo largo de la jornada; en el caso de 9:00 a 10:00 horas muestra como resultado 0,05 kwh/m², de 12:00 a 13:00 horas 0,35 kwh/m² y, por último, de 15:00 a 16:00 horas 0,28 kwh/m².

Esto demuestra que la mayor acumulación de energía solar es durante el mediodía; en cambio, durante la mañana la radiación solar es menor, concentrándose principalmente en la fachada lateral derecha o hacia el este. Caso contrario en los resultados de la tarde, en la cual se concentra en las fachadas orientadas hacia el oeste y noroeste. Asimismo, la cubierta es la superficie más afectada a lo largo del día; por ello, se deben incluir estrategias pasivas, con la finalidad de mejorar el desempeño térmico del edificio académico. Además, se evidencia que la forma en “L” del edificio, la presencia de aleros y la vegetación repercuten en mitigar la radiación directa.

Tabla 18.

Datos de equinoccio de Primavera

Radiación acumulada		
9:00 a 10:00	12:00 a 13:00	15:00 a 16:00
0,05 kwh/m ²	0,35 kwh/m ²	0,28 kwh/m ²

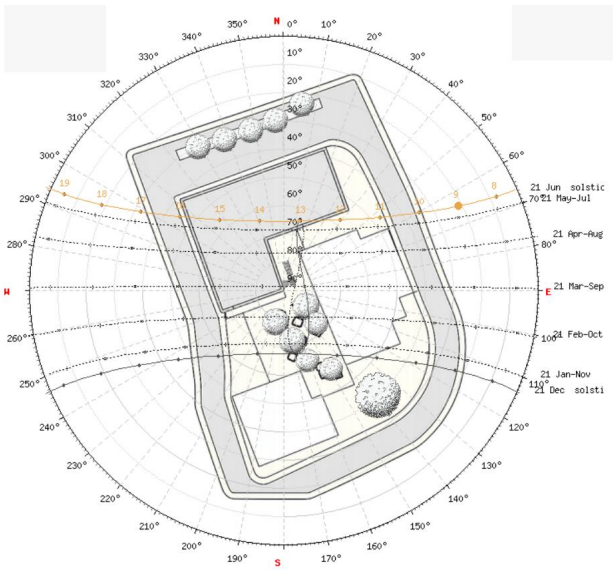
Nota: Resumen de la radiación acumulada del solsticio de invierno del edificio FCCA- B13

Uleam. Elaborado por la autora.

Análisis en Solsticio Verano (21 de junio)

Figura 36.

Gráfica de solsticio de verano



Nota: Gráfica solar de solsticio de verano vista en planta. Elaborado por la autora y gráfica de la página sunearthtools.

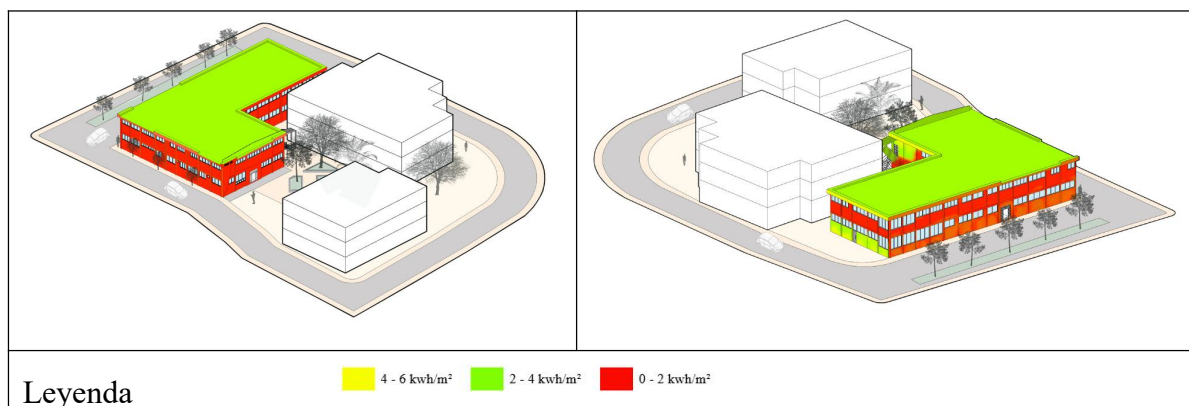
Incidencia de radiación solar de 9:00 a 10:00 horas

Los resultados obtenidos mediante el software a las 9:00 y 10:00 de la mañana muestran una incidencia solar baja y media sobre el edificio, comprendida entre 0 a 4 kwh/m², registrando una radiación acumulada de 0,17 kwh/m². En comparación con el equinoccio de primavera, de 0,05 kwh/m² se evidencia mayor incidencia solar en horas de la mañana.

En el solsticio de verano, la cubierta sigue siendo el elemento con mayor exposición solar. Asimismo, se evidencia que la mayor concentración solar se registra en la fachada este o lateral derecha, debido a que el sol comienza a elevarse para marcar el inicio del día y más en esta estación en la que el sol se encuentra más elevado. En cambio, las fachadas opuestas mantienen una radiación baja de 0-2 kwh/m², debido a la sombra propia que genera la envolvente.

Figura 37.

Incidencia solar de 9:00 a 10:00 horas



Nota: Incidencia solar en las fachadas frontal, posterior, lateral izquierda y derecha. del edificio

FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

Incidencia de radiación solar de 12:00 a 13:00 horas

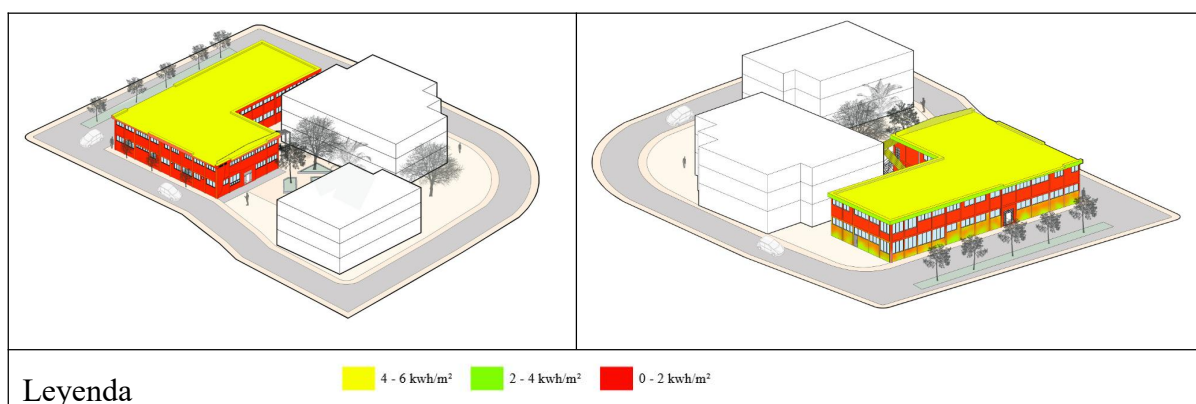
Los resultados obtenidos mediante el software en el intervalo de tiempo de 12:00 a 13:00 pm evidencian un incremento de radiación acumulado por metro cuadrado de un $0,17 \text{ kwh/m}^2$ a $0,49 \text{ kwh/m}^2$, debido a que la radiación solar alcanza uno de sus niveles más altos en el día y la exposición es más directa al edificio académico, incidiendo de forma más perpendicular sobre la envolvente.

El comportamiento del sol en las fachadas es diferente que en la mañana; la fachada lateral derecha ha incrementado de nivel bajo a medio al mediodía y en la fachada posterior se registra captación de energía de 2 a 6 kwh/m^2 .

Por otra parte, el comportamiento de las fachadas lateral izquierda y frontal sigue siendo similar al estudio de las 9 am, debido a que el envolvente proyecta sombra, lo cual disminuye la radiación directa.

Figura 38.

Incidencia solar de 12:00 a 13:00 horas



Nota: Incidencia solar en las fachadas frontal, posterior, lateral izquierda y derecha. del edificio

FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

Incidencia de radiación solar de 15:00 a 16:00 horas

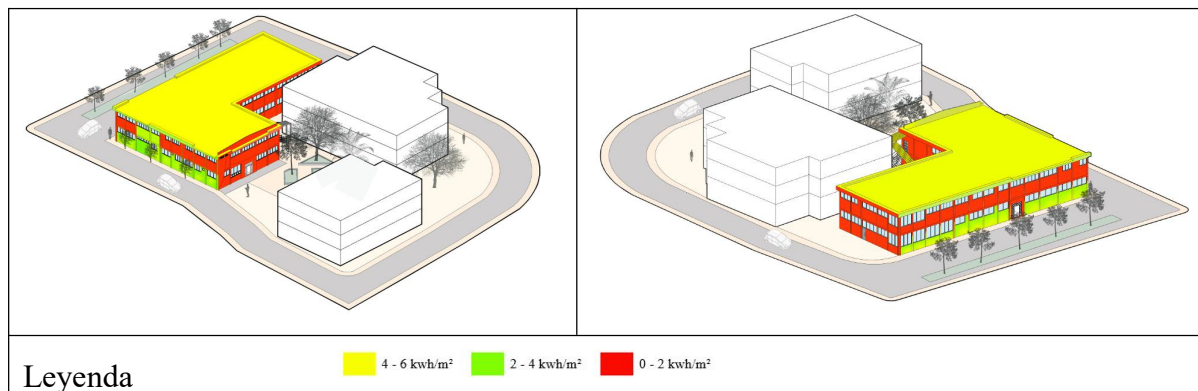
Los resultados obtenidos mediante el software en el horario de 15:00 a 16:00 horas evidencian la radiación acumulada de 0,38 kwh/m². Comparando con el resultado del mediodía, se muestra una disminución; esto se debe al descenso progresivo de la altura solar.

En horas de la tarde, el sol se empieza a desplazar hacia la orientación oeste, de modo que la incidencia solar afecta a las fachadas contrarias; en este caso, la fachada lateral derecha y posterior orientada al oeste y noroeste. Su rango de valor comprende entre 4 a 6 kwh/m²; en cambio, la fachada opuesta, su nivel solar es bajo.

Por otra parte, la cubierta sigue siendo el elemento con mayor captación de energía, debido a su exposición directa al cielo y la ausencia de elementos que reduzcan las ganancias térmicas.

Figura 39.

Incidencia solar de 15:00 a 16:00 horas



Nota: Incidencia solar en las fachadas frontal, posterior, lateral izquierda y derecha. del edificio

FCCA- B13 Uleam. Elaborado por la autora.

En resumen, el solsticio de verano muestra variación de exposición solar a lo largo de la jornada; en el caso de 9:00 a 10:00 horas muestra como resultado 0,17 kwh/m², de 12:00 a 13:00 horas 0,49 kwh/m² y por último, de 15:00 a 16:00 horas 0,38 kwh/m². Esto demuestra que la mayor acumulación de energía solar es durante el mediodía; en cambio, durante la mañana la radiación solar es menor, concentrándose principalmente en la fachada lateral derecha o hacia el este. Caso contrario en los resultados de la tarde, en la cual se concentra en las fachadas orientadas hacia el oeste y noroeste. Asimismo, la cubierta es la superficie más afectada a lo largo del día; por ello, se deben incluir estrategias pasivas, con la finalidad de mejorar el desempeño térmico del edificio académico.

Tabla 19.

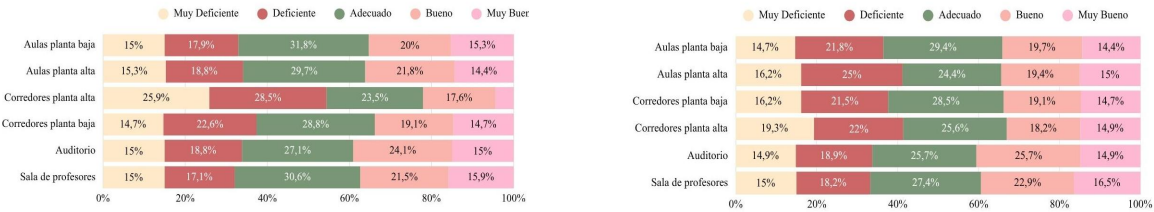
Datos de solsticio Verano

Radiación acumulada		
9:00 a 10:00	12:00 a 13:00	15:00 a 16:00
0,17 kwh/m²	0,49 kwh/m²	0,38 kwh/m²

Nota: Resumen de la radiación acumulada del solsticio de invierno del edificio FCCA- B13

Uleam. Elaborado por la autora.

e)Análisis de las encuesta aplicada a los usuarios (estudiante y docentes)



En su mayor parte, los encuestados consideran La calificación adecuada predomina en todos

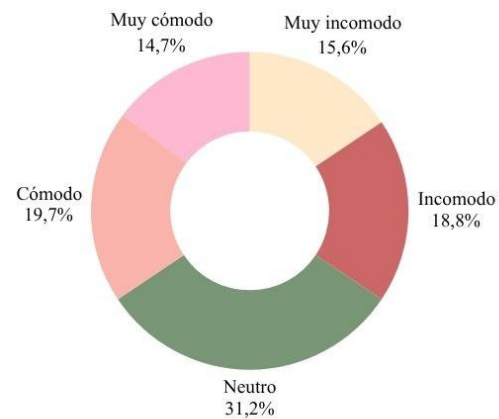
que los espacios evaluados tienen una adecuada iluminación natural, a excepción del corredor de planta alta con 28,5% deficiente.



En los espacios educativos, la tonalidad de color en los encuestados con el 22,9% le genera aburrimiento; se asocia a la paleta de colores en los espacios internos al usarse de forma excesiva, volviéndose monótona.



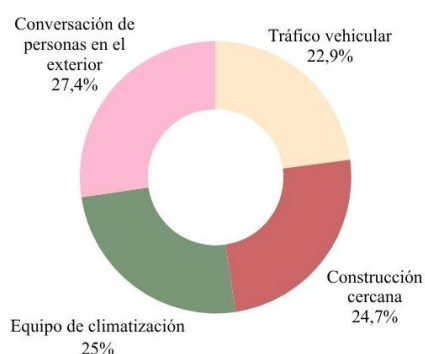
los espacios, sin embargo, también se denota una calificación deficiente y muy deficiente en los corredores de planta alta y baja con un 37.7% y 41.3%.



Los usuarios, al permanecer varias horas dentro del edificio, predominan la categoría neutro con el 31,2%, indicando que los encuestados no perciben condiciones favorables ni desfavorables. Por otra parte, se evidencia un empate de 34,4% en ambas categorías positivas (cómodo y muy cómodo) y en la categoría negativa (incómodo y muy incómodo).

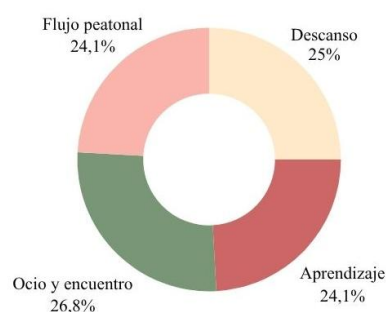


El 51,5% de los encuestados indican que el edificio académico carece de espacio para descansar entre actividades, lo cual los obliga a desplazarse a lugares cercanos.

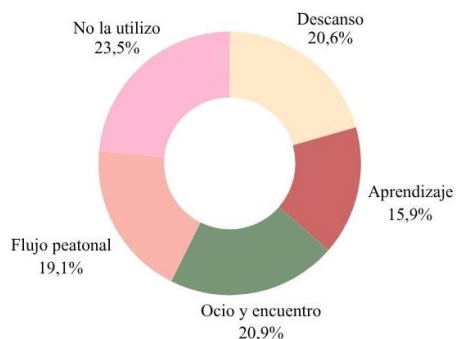


Los resultados muestran que la conversación de personas en el exterior, con un 27,4%, es el factor que más influye en la generación de ruido exterior, más aún en los pasillos de la edificación, lo cual afecta la concentración de los usuarios dentro del aula de clases.

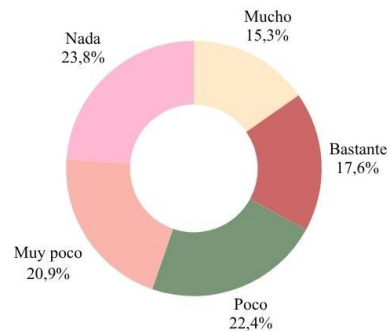
El 56,2% de los encuestados indican que el color en las aulas sí influye durante sus actividades académicas, esto demuestra que la elección de color es importante para la creación de un espacio que motive el aprendizaje.



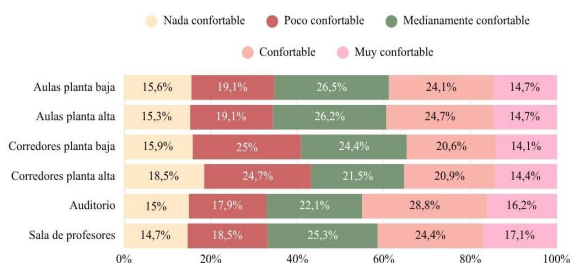
En los espacios de circulación, el 26,8% de los encuestados mencionan que la principal actividad que realizan es de ocio y encuentro y, en empate, el 24,1% mencionan que realizan flujo peatonal y espacio de aprendizaje. Indicando la importancia de crear espacios de estancia que permitan al usuario tener relaciones sociales, lo cual beneficia en desestresarse entre actividades de estudio.



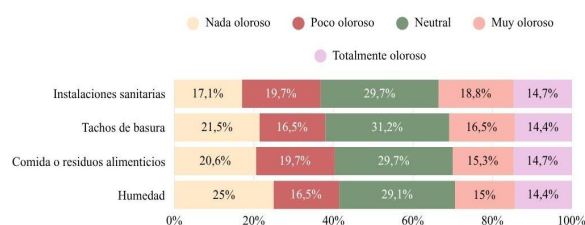
Los resultados evidencian que la plaza frente al edificio, con un 23,5%, menciona que no la utilizan; esto se debe a la falta de áreas de sombra y mobiliarios que inviten al usuario a quedarse. Sin embargo, el 20,9% realizan actividades de ocio y encuentro, 20,6% descanso, 19,1% flujo peatonal y 15,9% aprendizaje, esto podría darse más en horas de la noche debido a la ausencia de radiación del sol, ya que durante el día permanece vacía.



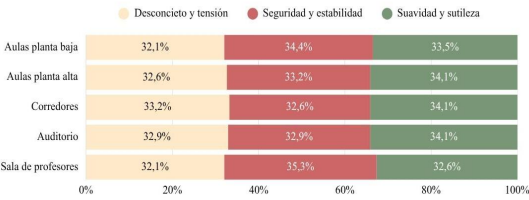
Los resultados evidencian que la plaza frente al edificio no frecuenta (nada) con un 23,8%, el 22,4% poco, 20,9% muy poco, 17,6% bastante y el 15,3% mucho; esto se debe a la falta de áreas de sombra y mobiliarios que inviten al usuario a quedarse. De modo que este espacio exterior es poco utilizado por los usuarios, siendo un espacio desperdiciado, que con estrategias correctas se puede transformar en un ambiente más útil.



Los resultados evidencian que la temperatura interior en las aulas planta baja y alta y sala de profesores es medianamente confortable, en cambio, los corredores de planta baja y alta son poco confortables.



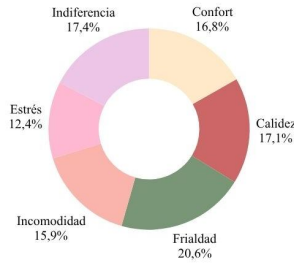
Los resultados muestran que los usuarios perciben la intensidad del olor es neutral, con el 29,7% en instalaciones sanitarias, 31,2% en tachos de basura, 29,7% en comida o residuos alimenticios y 29,1% en humedad.



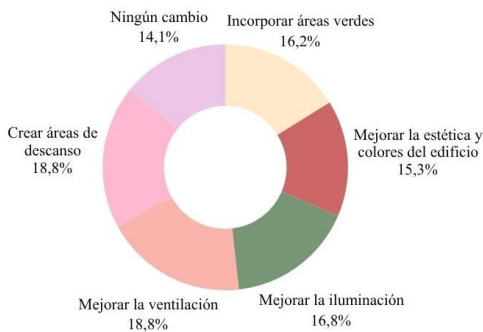
En los espacios analizados se muestra un equilibrio entre las tres sensaciones, no obstante, se observa mayor predominancia de la categoría de suavidad y sutileza en los espacios de aulas planta alta, corredor y auditorio, con un 34,1% en cada espacio. En cambio, en planta baja y sala de profesores predomina la categoría de seguridad y estabilidad. Los resultados indican que la organización espacial de la facultad es percibida de manera favorable por los usuario; a pesar de ello, igual se observa % significativo y similares en la categoría de desconcierto y tensión.



El factor que influye de forma negativa



Los materiales y acabados del edificio con el 20,6% generan frialdad, sin embargo, agrupando las categorías desfavorables, en promedio alcanza el 48,9%, lo que evidencia que la mayoría de los encuestados percibe los materiales y acabados de forma negativa. Esto puede estar relacionado con el predominio de materiales duros, colores neutros y uniformes, superficies lisas y por la ausencia de materiales cálidos o elementos naturales.



Los resultados muestran que las principales

durante las actividades académicas fue que el 15,6 % fue falta de ventilación, el 14,1 % iluminación insuficiente y el 13,2 % falta de área de descanso. Además, se destaca que el ruido, colores del entorno y olores desagradables también presentan un % sutil que requiere atención. Sin embargo, mediante esta pregunta se denota que el principal factor que influye son los que se relacionan con el confort ambiental y funcionalidad del espacio.

mejoras que consideran necesarias los encuestados es; mejorar la ventilación con el 18,8%, crear áreas de descanso con el 18,8% y mejorar la iluminación con el 16,8%. Esto indica la importancia de propiciar espacios más confortables, saludables y funcionales para el desarrollo de actividades dentro de la edificación.

4.4. Análisis Cualitativo.

4.4.1. Entrevista realizada a profesionales de Arquitectura, Psicología y docencia.

Entrevista al profesional de Arquitectura.

La entrevista realizada a la arquitecta Tatiana Zambrano, mediante el conversatorio, resaltó la importancia de cómo el diseño arquitectónico educativo repercute en el comportamiento, bienestar y concentración de los estudiantes. Además, destaco elementos fundamentales como la funcionalidad, buena ventilación e iluminación natural y otros.

En relación con la iluminación, la arquitecta menciona que los espacios funcionan al día principalmente por la iluminación artificial y que un excesivo uso afecta la habitabilidad y desempeño académico, de modo que enfatiza que es importante el uso de la luz natural, a pesar de que es un recurso que a la mayoría de los usuarios les molesta si no está orientado adecuadamente debido al calor, el reflejo, radiación directa, etc. Sin embargo los espacios deben ser flexibles y funcionales, más en situaciones de emergencia como es el caso de los cortes

eléctricos en Ecuador. Las aulas con mayor iluminación natural fueron las más ocupadas por los usuarios debido a su mejor confort térmico y visual.

Respecto a la acústica, menciona que sí influye en la permanencia del usuario y más en el espacio interior, debido a que afecta la concentración y genera distracción, aún más en una facultad con actividades de rigor técnico y analítico que requieren de mayor atención; a menos que sea un taller específico como un salón de cómputo o auditorio, hay que otorgar mayor énfasis.

En cuanto al uso del color, indica que las aulas requieren la aplicación de colores pasteles o claros, ya que generan ambientes visualmente más neutros y confortables, no recomienda colores oscuros, dado que generan sensación de pesadez o incomodidad.

En relación con lo mencionado por Zambrano, para que un espacio académico sea confortable, debe ser amplio, tener ventilación cruzada y tener una altura adecuada entre piso y techo para evitar la percepción de claustrofobia o encierro, además por la ubicación en la región costa, donde el clima es caluroso.

Según la entrevistada, los espacios reducidos, con poca ventilación y carentes de iluminación, provocan sensación de incomodidad, distracción e inclusive percepción de encierro, lo cual es desfavorable para el usuario, volviendo la estadía dentro del aula inconfortable.

Por otra parte, indica que la distribución espacial y organización de los mobiliarios de aula también influye en la experiencia del usuario, afectando la circulación y funcionalidad dentro del aula de clases. Además, desde su perspectiva, considera que la forma regular es óptima respecto a la adaptación del mobiliario y aprovechamiento del lugar.

En cuanto a su opinión de aplicar principios de neuroarquitectura en diseño de equipamiento educativo, lo considera importante debido a que permite diseñar ambientes que optimicen la iluminación, ventilación y confort térmico. También destaca la necesidad de reducir, mediante el diseño, que los alumnos se distraigan, principalmente en la actualidad, debido a que la concentración de los estudiantes es corta y fácil de distraerse, como es el caso de aplicar ventanas a una altura mayor o igual a 1.50 m, debido a que está fuera del alcance de la vista del estudiante, y así evitar distracciones.

Respecto al principio de la biofilia, la arquitecta menciona aplicarlo en lugares estratégicos como el área social, en la cual beneficia el bienestar emocional. No recomienda en aulas o vistas por las ventanas para evitar la distracción en actividades escolares.

En conclusión, la entrevista permitió reforzar que los aspectos de iluminación, ventilación, forma, proporción, entre otros, forman parte de los principios neuroarquitectónicos debido a su influencia directa en el bienestar integral de los usuarios.

Entrevista al profesional de docencia del edificio.

La entrevista realizada a la ingeniera Gema Alcívar, en base a su experiencia y observación diaria como docente de la facultad, identifica que los factores de iluminación, ventilación, confort térmico y ruido sí afectan en la jornada académica.

De modo que la ingeniera considera importante que cada espacio permita la entrada de luz natural, especialmente por las extensas jornadas de clases que generan cansancio y somnolencia en los estudiantes, además, acota que los espacios cerrados, más el uso de iluminación artificial y aire acondicionado, producen efectos negativos como fatiga y menos atención durante las

actividades académicas. Más aún cuando en varias aulas existe déficit de iluminación artificial tanto en planta baja como en alta, especialmente en horario nocturno, afectando la visibilidad.

Referente a la ventilación y confort térmico, Alcívar menciona que algunas aulas y corredores presentan insuficiencia de ventilación, principalmente el corredor de planta alta, el cual carece de aberturas y solo depende de la entrada y salida de aire por medio de las aulas que lo rodean, incluso varios espacios de enseñanza se encuentran sin funcionamiento del aire acondicionado, situación que genera sensación de incomodidad y permanencia de los usuarios dentro del espacio académico.

Por otra parte, sobre el aspecto del color, Alcívar considera que los usos de colores más llamativos e ilustraciones presentes en la fachada le generan más dinamismo e identidad a la facultad; no lo recomienda el espacio interno para evitar estímulos visuales que puedan distraer al docente y estudiante. Considera importante la implementación de tonalidades claras y neutras que favorecen la concentración.

En relación con la acústica, la profesional menciona que existen problemas de ruido debido a que los estudiantes se concentran a interactuar o como punto de encuentro en los corredores, afectando la comunicación entre estudiantes y docentes. Además, destaca que, en horas de alta concentración de estudiantes, resalta la contaminación sonora en sala de profesor, más aún en tutorías académicas.

Alcívar menciona que los espacios de apropiación, tanto por los estudiantes como por los docentes, son las zonas de descanso cercanas a la facultad, como es el caso de las cafeterías.

Estos espacios son utilizados para la socialización, área de aprendizaje, descanso y otros, lo cual evidencia la falta de áreas complementarias y sociales en el edificio.

Entre ellas está la plaza que se encuentra en la entrada de la facultad, donde los estudiantes del horario diurno no le dan el sentido de pertenencia debido a que no está equipada para ser usada a altas temperaturas y exposición solar; sin embargo, en el horario nocturno presenta mayor apropiación social por los estudiantes y docentes. Esto permite identificar que el edificio académico presenta falencia respecto a los principios que se relacionan con la neuroarquitectura.

Entrevista al profesional de psicología.

La entrevista realizada a la psicóloga Verónica Mejía Vera menciona que el espacio arquitectónico influye activamente en la manera en que el usuario aprende, enseña, interactúa y percibe el entorno académico. Asimismo, resalta que es importante en la actualidad analizar el ambiente académico bajo principios de neuroarquitectura, más aún cuando en el entorno físico actúa como un estímulo para el cerebro, incidiendo directamente en las emociones, conducta y niveles de concentración.

La profesional señala que la deficiencia de ventilación, iluminación y ruido impacta negativamente en el usuario, generando estrés, ansiedad, fatiga mental, desmotivación, disminución de la atención y memoria. Hace referencia a que estos elementos pueden afectar a estudiantes con necesidades educativas especiales o que tengan dificultad de aprendizaje, por ejemplo, sobreestimulación sensorial o dificultad de adaptación dentro del espacio académico.

Por otra parte, la psicól. Verónica Mejía menciona que los espacios extremadamente monótonos inciden en la motivación, por lo cual recomienda colores de paleta claros, cálidos y

naturales, favoreciendo la comodidad y claridad visual; además, sugiere mantener un equilibrio visual entre colores, elementos gráficos y vegetación, evitando así la monotonía, pero a la vez controlando la sobrecarga visual.

Recomienda integrar espacios restauradores mediante áreas verdes y espacios abiertos, con la finalidad de otorgar al usuario un espacio que permita descansar entre jornadas, lo cual beneficia desestresarse y regular el sistema nervioso.

En relación con las características espaciales, Mejía señala la importancia de tener aulas amplias, con buena distribución, iluminación natural, ventilación adecuada, confort acústico y mobiliario flexible, además de que los espacios deben ser inclusivos y accesibles para usuarios con discapacidad.

Mejía resalta otro aspecto importante y poco común, la altura de los techos, puesto que los techos bajos favorecen la concentración y los techos altos estimulan lo creativo y la percepción de amplitud espacial, por lo cual es importante adaptar la altura según la actividad, pero también considerar la región, ya que techos bajos en una región costera generan un espacio poco confortable.

En resumen, la entrevista evidencia que la neuroarquitectura se ha convertido en una herramienta esencial en cada proyecto, en este caso en los espacios educativos, lo cual evidencia que el diseño de un espacio impacta negativamente en la salud mental, emociones, comportamiento y aprendizaje del usuario.

4.4.2. *Discusión.*

Este trabajo tiene como finalidad analizar el edificio FCACC – B13 del campus Uleam-Manta a partir de los principios de neuroarquitectura y así proponer estrategias para un óptimo ambiente de aprendizaje y enseñanza, de modo que se consideró necesario comprender mediante encuesta la percepción de los usuarios en los espacios que lo rodean, además de emplear mediciones en campo para conocer el estado actual de la edificación respecto al nivel acústico y lumínico.

Por consiguiente, fue necesario comprender qué criterios influyen en el confort integral de las personas, con la finalidad de comprender qué estrategias implementar para mejorar el bienestar de forma positiva durante las actividades dentro y fuera del edificio.

Referente al análisis de la calidad lumínica en el edificio, demuestra que los diversos espacios presentan un comportamiento heterogéneo, tanto en la iluminación natural como artificial, debido a la presencia de edificaciones cercanas, orientación, elementos propios del edificio y por las condiciones actuales de la iluminación artificial.

A pesar de que las mediciones de iluminación con el instrumento luxómetro alcanzan el nivel óptimo según normativa NTE INEN 2969. Iluminación por ambientes, en espacios académicos, no es igual en todo; se observa que, en las aulas en planta baja, en promedio cumple respecto a iluminación artificial; sin embargo, en planta alta presenta un déficit, puesto que se registran valores inferiores a los 300 lux. En contraste, también en las mediciones mixtas (artificial y natural) se evidencia una elevada luminosidad, lo cual cumple con las normas, pero no obstante

perjudica al confort visual debido a la posibilidad de deslumbramiento o fatiga, por ejemplo, deslumbramiento a la pizarra.

Así como lo menciona en su trabajo de investigación Barret et al. (2015) una mayor cantidad de luz no siempre es buena; en exceso y sin control causa malestar en las personas, como cansancio visual y bajo desempeño en las actividades.

Estos hallazgos coinciden con la percepción de los estudiantes, quienes manifiestan mediante la encuesta que la mayoría de los espacios, tanto en iluminación natural como artificial, es adecuada; sin embargo, en el área de circulación o corredor en ambos niveles se evidencia un porcentaje relativamente importante en la categoría deficiente y muy deficiente, y esto se relaciona con la escasa abertura que permita la entrada de luz natural, más aún en planta alta, que depende de las puertas abiertas de las aulas que rodean el corredor, además del mal mantenimiento de luminarias, en la cual se evidencia mediante observación de campo que están fuera de servicio. Más aún en la jornada nocturna, como lo menciona una de las profesionales entrevistadas.

Esto también se identificó con el 14,1% de iluminación insuficiente como uno de los factores que influye negativamente en el bienestar durante la estadía dentro del edificio, mientras que el 16,8% consideró importante arreglar este aspecto. Esto coincide con lo mencionado por Campora (2019); considera que la iluminación natural y artificial influye en el bienestar, estado de ánimo y desempeño de las personas.

Como no presenta en la edificación un mantenimiento de las lámparas, es recomendable realizar un cambio de las luminarias deficientes y también realizar mediciones nuevamente para

comprobar si el nivel de iluminación es óptimo según normas, evitando mayor sobreiluminación o deficiencia, lo cual repercute en mayor esfuerzo visual, disminución de la atención, concentración e incremento de la carga cognitiva.

Otro factor que influye en los usuarios es la tonalidad de color del edificio; resulta menos favorecedora, predominando la sensación de aburrimiento e indiferencia, más aún cuando la mitad de los encuestados indican que el color influye en sus actividades dentro del edificio. Esto puede repercutirse debido a la uniformidad de color en todos los ambientes.

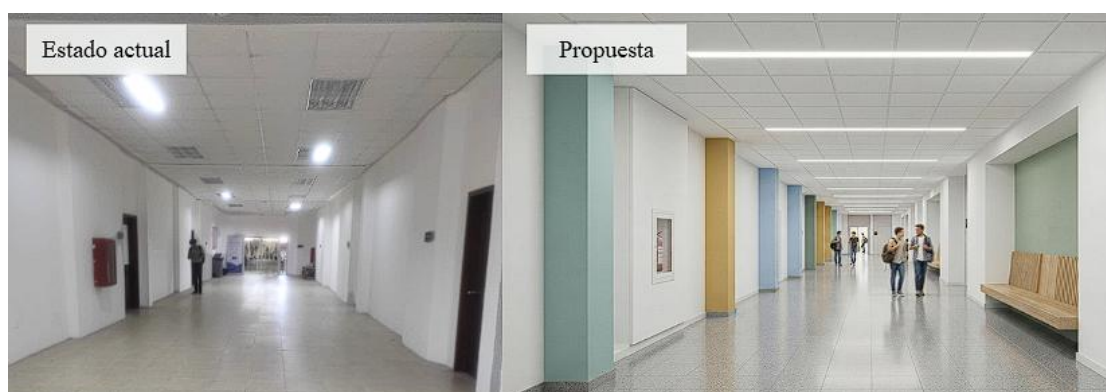
Sin embargo, también denota que un pequeño grupo de usuarios considera que el color blanco en la edificación les otorga motivación. Dicho esto, es importante buscar un equilibrio de tonalidad de colores que favorezca a todos los usuarios, de modo que se recomienda mantener el blanco de color base, pero insertando colores de acento en elementos o lugares estratégicos del lugar, ejemplo: columnas, muros focales, papel tapiz, colores en mobiliarios y áreas de descanso, evitando cambiar toda la superficie a otro color que solo influya a una parte de la población, ya que la finalidad de la neuroarquitectura es buscar el bienestar integral de todos.

Como resultado, esta interpretación se fortalece mediante las entrevistas de las profesionales en el área de Arquitectura, Psicología y Docencia, en las que indican que los colores claros, cálidos, naturales y neutros favorecen a la comodidad y claridad visual, más aún en los espacios internos donde se desempeñan actividades de mayor concentración, evitando generar estímulos visuales que distraigan al docente, estudiante y personal administrativo. No recomiendan colores oscuros o llamativos, ya que generan sensación de pesadez o incomodidad.

Además, la psicóloga recomienda un equilibrio visual entre colores, elementos gráficos y vegetación, evitando así la monotonía, pero a la vez controlando la sobrecarga visual.

Figura 40.

Estrategia de diseño aplicado en espacios académicos



Nota: Estrategia de diseño referente a la iluminación, color y falta de mobiliarios en los espacios académicos. Fuente: Imagen generada por inteligencia artificial (Gemini ia 2026).

Acerca de los materiales convencionales presentes en la construcción en la facultad, resulta uno de los principales motivos de la mala calidad acústica, debido a la presencia de pisos cerámicos, losa de hormigón y paredes de bloque enlucido, materiales con características duras, rígidas y de poca absorción acústica, hallazgo que coincide con la investigación de *Conceptual framework of acoustic comfort design enablers for a classroom: A systematic review (2024)*.

A ello se le suma la circulación y concentración constante de estudiantes en corredores, lo cual aumenta el ruido hacia los espacios que lo rodean, ejemplo: aulas de clases.

En efecto, los resultados obtenidos con el instrumento sonómetro y el tiempo de reverberación demuestran que la calidad acústica de la mayoría de los espacios que conforman el

edificio académico presenta deficiencia sonora. En cuanto al tiempo de reverberación, se obtienen valores elevados que afectan el sonido dentro de los espacios. Esto refleja que las condiciones actuales del edificio presentan deficiencia acústica, lo cual incide en el proceso de enseñanza y aprendizaje debido a que no cumple con las condiciones favorables recomendadas.

Esto coincide con lo obtenido por Mealings (2023), lo cual indica que el comportamiento sonoro se ve influenciado por el tiempo de reverberación y ruido de fondo; además, menciona que malas condiciones acústicas influyen en la comprensión del habla, el comportamiento, el bienestar y la salud mental.

De modo que conviene implementar materiales que ayuden a absorber el sonido, reducir la reverberación, entre ellos, paneles acústicos, techos suspendidos, cortinas, fibra de vidrio, placas de yeso, láminas de corchos y otros, evitando así niveles de ruidos inadecuados, beneficiando el bienestar sonoro de los usuarios.

Figura 41.
Estrategia de diseño aplicado en espacios académicos



Nota: Estrategia de diseño para mejora la calidad acústica en los espacios académicos. Fuente:

Imagen generada por inteligencia artificial (Gemini ia 2026).

Otros factores que repercuten en el bienestar de los usuarios es la temperatura interior y la falta de ventilación, principalmente en el área de corredor en ambos niveles del edificio; a pesar de que en el resto de los espacios, como aulas de clases, se registró valoración medianamente confortable, de modo que se recomienda aplicar estrategias de diseño bioclimático que ayuden a mejorar el confort térmico, por ejemplo, la implementación de la estrategia efecto chimenea.

Figura 42.

Estrategias de diseño aplicado en espacios académicos



Nota: Estrategia de diseño para mejora la iluminación y ventilación en los espacios académicos.

Fuente: Imagen generada por inteligencia artificial (Copilot 2026).

También se denota la falta de área de descanso dentro del edificio y falta de cubiertas y mobiliarios que inviten a los usuarios a usar la plaza frente a la edificación en horas diurnas,

debido a que presentan bajos niveles de uso, primordialmente por la falta de sombras, obligando a los estudiantes, docentes y personal administrativo a desplazarse a otros lugares.

Esto se relaciona mediante la entrevista realizada a la profesional de psicología, la cual menciona integrar dentro de un edificio destinado a la educación, espacios restauradores que permitan al usuario descansar entre jornadas, permitiendo desestresarse y regular el sistema nervioso.

Estos resultados permiten deducir que la experiencia del usuario no depende solo de los elementos físicos, sino de los estímulos que el cerebro interpreta del entorno circundante, como la iluminación, ventilación, forma del edificio, textura y otros. En este sentido concuerda con lo mencionado por Pallasma (2019), la importancia de una arquitectura multisensorial en la que se relacionen todos los sentidos y no lo meramente visual.

Como la iluminación, sonido, textura y percepción forman parte de uno de los principios de neuroarquitectura, el estudio de este parámetro es muy importante, ya que influye en cómo los estudiantes, docentes y personal administrativo habitan el espacio.

5. Conclusiones

En la presente investigación se tuvo como objetivo analizar el edificio FCACC – B13 del campus Uleam-Manta a partir de los principios de neuroarquitectura y así proponer mejoras para un óptimo ambiente de aprendizaje y enseñanza. En relación al objetivo expuesto se concluye que el estado actual de la edificación estudiada mediante la multidisciplina (neuroarquitectura) sí influye en la percepción y confort integral de los usuarios durante la permanencia dentro del edificio. Además, estos hallazgos permiten proponer estrategias que ayuden a mejorar el condicionamiento del equipamiento académico.

En relación con los principios de neuroarquitectura analizados en este trabajo de investigación, fue establecido gracias a la fundamentación teórica, normativa y referencial desarrollada, debido a que se crearon los parámetros de análisis para la evaluación de la edificación en base a las teorías de neurociencia, neuroarquitectura aplicada en espacios universitarios, la calidad ambiental interior y la psicología ambiental, lo cual permitió desarrollar y definir las variables analizadas al objeto de estudio, como la iluminación, el color, el ruido, la materialidad y otros factores.

En efecto, la revisión bibliográfica permitió comprender la relación entre el espacio existente y la experiencia humana; además, sustenta que aplicar el análisis de neuroarquitectura a espacios universitarios resulta pertinente, porque permite entender cómo influyen los factores antes mencionados de forma positiva y negativa, así como su importancia a ser considerada al momento de diseñar equipamiento destinado a la educación.

Por otra parte, el proceso metodológico aplicado al edificio FCACC-B13 fue viable, debido a la combinación del método cuantitativo y cualitativo, lo que permitió recopilar información precisa y directa acerca de las mediciones ambientales de cada espacio mediante los instrumentos de luxómetro, sonómetro y el uso del software Solar Analysis for Revit. Además se conoce la percepción y experiencia de los usuarios en base a los espacios que conforman el edificio, por medio de la observación de campo, aplicación de encuestas y entrevistas a profesionales de psicología, arquitectura y docencia.

De este modo, la metodología establecida permitió analizar el bienestar de los estudiantes, docentes y personal administrativo, la calidad ambiental y las percepciones; en otras palabras, diagnosticar las fortalezas y debilidades en respuesta a las condiciones actuales del caso de estudio, bajo los principios de neuroarquitectura.

Por otro lado, se determinó deficiencia en varios aspectos del edificio, principalmente en la iluminación, el acondicionamiento acústico y el comportamiento térmico, entre ellos se encuentra insuficiencia lumínica artificial en ambos niveles, debido a la falta de mantenimiento, lo cual se halla fuera de servicio, afectando significativamente a estudiantes y docentes que usan la edificación, especialmente en horario nocturno. No obstante, en el horario diurno se presentan espacios sobreiluminados debido a niveles altos de incidencia solar durante el año en la fachada noroeste y suroeste, afectando el confort del espacio, lo cual genera irritabilidad, cansancio visual y disminución del nivel cognitivo.

Referente al estudio acústico, se determinó que los materiales convencionales del edificio son desventajosos para la disipación del sonido, generando tiempos de reverberación elevados,

afectando la inteligibilidad del habla. Por otra parte, la distribución espacial es limitante para la circulación de aire en los pasillos, lo cual se determinó inconfortable debido a la acumulación de calor, generando pasillos más calurosos y poco ventilados.

En cuanto al aspecto perceptual, se determina que el predominio del color blanco presente en todo el espacio se vuelve para el usuario monótono y aburrido, pero para algunos otorga motivación, de modo que se define que el color influye en las personas generando comodidad, pero a la vez incomodidad o pesadez.

Otro factor es la falta de áreas de descanso tanto dentro como fuera del edificio (plaza), concluyendo que la facultad carece de mobiliarios en los espacios internos y necesita de un área exterior adecuada que invite al usuario a permanecer mayor tiempo, debido a que no está condicionada con cubiertas y mobiliarios urbanos, de modo que el estudio a través de la neuroarquitectura menciona que es importante que los espacios promuevan bienestar, interacción social y descanso.

Para finalizar, esta investigación determinó que haber analizado el edificio a través de los principios de neuroarquitectura permitió comprender la relación que existe entre el entorno construido y el comportamiento humano. Además, que la investigación aporta información importante para futuras intervenciones o mejoras a la facultad. También, la relevancia de dar a conocer criterios a considerar al momento de diseñar un proyecto arquitectónico, con la finalidad de no solo pensar en el uso y que sea atractivamente visual, sino que también considerar cómo influye en lo cognitivo y emocional del usuario.

6. Recomendaciones

Se recomienda ampliar la investigación en relación al tema de neuroarquitectura aplicado a espacios académicos en otras universidades del país, especialmente en las infraestructuras académicas antiguas y nuevas, con la finalidad de tener mayores referentes nacionales que sustenten y fortalezcan la relevancia de aplicar criterios de neuroarquitectura en ambientes académicos. Además, se aconseja tomar de referencia la incorporación de los principios aplicados en esta investigación en otros edificios ya construidos y como guía de diseño a ser considerada en futuras instituciones de nivel superior.

Respecto a las futuras investigaciones en relación al estudio de un edificio académico a través de neuroarquitectura, se sugiere la implementación del enfoque mixto, debido a que se obtienen resultados más completos y profundos, otorgando mayor validez al momento de comparar los datos medibles con opiniones y relatos. También se recomienda realizar mediciones en diferentes horarios de uso, con la intención de obtener un diagnóstico más amplio de la calidad ambiental y perceptual del equipamiento académico.

Por otra parte, se aconseja a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí considerar la implementación de las siguientes estrategias de diseño en la facultad estudiada:

- Se recomienda para los espacios sobreiluminados instalar parasoles o brise-soleil en fachadas de mayor incidencia solar, con la finalidad de tener mayor control sin reducir la entrada directa de luz natural, con el propósito de mejorar el estado de ánimo y reducir fatiga visual.

- Se aconseja realizar un nuevo diseño de redistribución de luminarias en el edificio para asegurar una iluminación uniforme y acorde a la actividad que se realice en el espacio según normas y así evitar puntos sobreiluminados y puntos oscuros, con la finalidad de mejorar el confort visual, mayor rendimiento, atención y concentración. Además, se recomienda reemplazar las luminarias antiguas por tecnología LED de 4000 K, debido a que ofrece una mejor calidad de iluminación.
- Se sugiere que, en los espacios con altos niveles de reverberación y decibeles, se coloquen paneles fonoabsorbentes de un espesor de 1220 mm x 2420 mm x 9 mm sobre la pared, con la finalidad de disminuir el nivel de ruido, ya que estos paneles están fabricados con fibra de 100% poliéster, lo cual ayuda a absorber el ruido. Sin embargo, también se recomiendan paneles acústicos de lana de fibra de vidrio como falso techo de 50 mm ya que su superficie está cubierta de tela ignífuga, ayudando a reducir el tiempo de reverberación y reducir el nivel de ruido.
- Referente al color, se recomienda no eliminar el color blanco, pero sí incorporar colores complementarios que ayuden a reducir la monotonía visual y que generen una percepción más agradable y confortable. De modo que se recomienda insertar colores acentos como el azul y verde en elementos estratégicos como columnas, mobiliarios, en una sola pared, etc. Igualmente, se recomienda que la selección de colores sea acorde a la actividad del espacio.
- Se aconseja diseñar espacios restauradores que permitan al usuario descansar entre jornadas, permitiendo regular el sistema nervioso, la interacción social y el bienestar durante las largas jornadas de clases y trabajo.

- Por último, se sugiere como estrategia bioclimática pasiva la implementación del efecto chimenea, mediante aberturas en cubierta que permitan la salida de aire caliente y la entrada de iluminación natural, permitiendo mejorar el confort térmico y la percepción visual del espacio. Esta recomendación beneficiará la calidad ambiental del espacio interior, un lugar más confortable y saludable para los usuarios, con relación a los principios de neuroarquitectura.

7. Referencias Bibliográficas

- Acaso, M. (2013). rEDUvolution hacer la REVOLUCIÓN en la EDUCACIÓN. Grupo Planeta (GBS). Obtenido de https://aprendizajesparalelos.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/converted_file_23f511c5_converted.pdf
- Acoustical Society of America. (2010). *ANSI-ASA S12.60-2010/Parte 1 Estándar Nacional Estadounidense Acústico. Criterios de rendimiento, requisitos de diseño y directrices para Escuelas, Parte 1: Escuelas Permanentes*. (A. N. (ANSI), Ed.) Obtenido de Scribd: <https://goo.su/87SXVPk>
- Alejandro Cabrera, L. F. (2023). *Neuroarquitectura y diseño de centros educativos de secundaria. Estrategias para el distrito 17D05 de la ciudad de Quito*. UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO. Obtenido de <http://repositorio.sangregorio.edu.ec/handle/123456789/3010>
- Barret, P., Davies, F., Zhang, Y., & Barrett, L. (2015). The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis. *Building and Environment*, 89, 118-133. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.02.013>
- Calagreti, E. (2025). *Psicología ambiental: qué es y qué hace un psicólogo ambiental*. Obtenido de Unobravo: <https://www.unobravo.com/es/blog/psicologia-ambiental>
- Campora, H. (2019). Neuroarquitectura: Ensayo entre los Espacios Físicos y Mentales. En H. Campora. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/908865201/Neuroarquitectura-espacios-Fisicos-y-Mentales>

- CognitFit. (2010). *Plasticidad Neuronal y Cognición*. Obtenido de CogniFit: Plasticidad Neuronal y Cognición: <https://acortar.link/5bgKbg>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2025). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Obtenido de CEPAL- Naciones Unidas: <https://agenda2030lac.org/es>
- Correa, E., & Mero, M. (2023). *Análisis de los espacios educativos a través de la neuroarquitectura en la ULEAM-MANTA*. Obtenido de <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/5021>
- Copilot. (2026). Estrategía de diseño aplicado en espacio académico (Imagen generada por inteligencia artificial). *Microsoft Copilot*.
- Di Virgilio, M. M., & Perelman, M. (2022). La vida en las ciudades en tiempos de COVID-19. *Bitácora Urbano Territorial*, 32, 7-16.
<https://doi.org/https://doi.org/10.15446/bitacora.v32n2.102535>
- Domínguez Ayala, C., & Quintero Fajardo, J. (2025). Neurociencia y educación: comprendiendo el origen del aprendizaje desde la plasticidad cerebral. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 8, 42-53. <https://doi.org/https://orcid.org/0009-0007-8155-3502>
- Ecuador. (2021). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial 449 de 20 oct-2008. Obtenido de <https://goo.su/SklCut3>
- Elbaiuomy, E., Hegazy, I., & Sheta, S. (2019). The impact of architectural spaces' geometric forms and construction materials on the users' brainwaves and consciousness status.

Revista Internacional de Tecnologías Bajas en Carbono, 14, 326-334.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1093/ijlct/ctx018>

Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development . (2019).

Sobre la neurociencia. Obtenido de NICHD Español:

<https://espanol.nichd.nih.gov/salud/temas/neuro/informacion>

Geminis ia (2026). Estrategía de diseño aplicado en espacio académico (Imagen generada por inteligencia artificial). *Google.com*

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (1984). *NTE INEN 1153 Iluminación Natural en Escuelas*. Obtenido de <https://goo.su/Ojs98SF>

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2015). *NTE INEN 2969-1: Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores*. Obtenido de <https://goo.su/tCLNT1>

Kirkil, G. (2025). Effects of classroom temperature and humidity on student learning performance: an experimental study using sensor-based monitoring. *Front. Built Environ*, 11. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fbuil.2025.1678438>

Llinares, C., Lorens , M., Higuera, J., & Senteiri, C. (2022). El impacto del diseño de espacios de aprendizaje en la atención y la memoria desde un enfoque neuroarquitectónico: una revisión sistemática. *11*, 542-560.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.12.002>

Mealings, K. (2023). The Effect of Classroom Acoustic Treatment on Listening, Learning, and Well-being: A Scoping Review. *Acoustics Australia*, 51, 279-291.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40857-023-00291-y>

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). (2020). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-HS-CL: Climatización*. Obtenido de

<https://es.scribd.com/document/486279005/NEC-CLIMATIZACION>

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). *Anexo 5: Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles*. Obtenido de <https://goo.su/ecagLnz>

Ochoa, A. (2021). *¿Qué es la neuroarquitectura?* Obtenido de Architectural Digest México y Latinoamérica: <https://www.admagazine.com/arquitectura/que-es-la-neuroarquitectura-20210916-9033-articulos>

Organización Mundial de la Salud. (2022). *Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud:

<https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240043114>

Ortega, F. (2018). *Neuroarquitectura: Influencia emocional del espacio. Guía de arquetipo espaciales*. Obtenido de <https://goo.su/vwOR1q>

Pallasma, J. (2019). *Los ojos de la piel: La arquitectura y los sentidos (2a.ed)*. (G. Gili, Ed.)

Pereira, M. (2018). *El papel del color en la arquitectura: efectos visuales y estímulos psicológicos*. Obtenido de ArchDaily: <https://goo.su/FnJ6I>

- Quintero Fajardo, J. A., & Domínguez Ayala, C. E. (2025). Neurociencia y educación: comprendiendo el origen del aprendizaje desde la plasticidad cerebral. *Revista Metropolitana De Ciencias Aplicadas*, 8, 42-53.
<https://doi.org/https://doi.org/10.62452/tasqde94>
- Razali, A., Chen Din, N., Nizam, M., & Sulaiman, R. (2024). Conceptual framework of acoustic comfort design enablers for a classroom: A systematic review. *Building Engineering*, 95. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710224017285>
- Razkin, U. (2020). *Marian Diamond: la neuroplasticidad y el cerebro de Einstein*. Obtenido de Journal of Comparative Neurology: <https://goo.su/xT1oxu6>
- Romero Muñoz, P. (2025). *Confort térmico en aulas universitarias: análisis de distintos escenarios en zonas de clima templado*. Obtenido de <https://dehesa.unex.es/entities/publication/32fe04cb-4bfc-4865-9b59-157c519d6b43>
- Saldarriaga Roa, A. (2019). ¿Cómo se habita el hábitat? Los modos de habitar. *Procesos Urbanos*, 6, 22-33. Obtenido de <https://revistas.cecar.edu.co/index.php/procesos-urbanos/article/view/454>
- Sánchez, C. (2017). La psicología ambiental y su aporte en el diseño arquitectónico. *Journal Boliviano De Ciencias*, 13(41), 49-62.
<https://doi.org/https://doi.org/10.52428/20758944.v13i41.639>
- Secretaría Nacional de Planificación. (2025). *Plan Nacional de Desarrollo 2025. Ecuador no se detiene*.

Triglia, A. (2016). *Plasticidad cerebral (o neuroplasticidad): ¿qué es?* Obtenido de Psicología y Mente: <https://goo.su/2zJ2a>

UNIR REVISTA. (2019). *¿Cómo controlar el ruido en el aula?* Obtenido de UNIR REVISTA: <https://www.unir.net/revista/educacion/control-ruido-aula/>

Villarreal, Y., Piñabaena, R., & Berdugo, C. (2023). Influencia de las condiciones ambientales en los procesos de aprendizaje de los estudiantes: una revisión sistemática. *Building and Environment*, 231. Obtenido de <https://goo.su/4iOkpJB>

Wang, C., Zhang, F., Wang, J., Dayle, J., Hancock, P., Ming Mak, C., & Liu, S. (2021). How indoor environmental quality affects occupants' cognitive functions: A systematic review. *Building and Environment*, 200. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107647>

World Health Organization Regional Office for Europe. (2011). *Ruido*. Obtenido de <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/noise>

Yang, W., & Yong Jeon, J. (2020). Effects of Correlated Colour Temperature of LED Light on Visual Sensation, Perception, and Cognitive Performance in a Classroom Lighting Environment. *Sustainability*, 12. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su12104051>

8. Anexos

Anexo 1

Formato de encuesta para los usuarios que conforman el edificio de FCACC-B13

Tema: Análisis de los espacios académicos bajo los principios de neuroarquitectura.

Objetivo: Analizar los espacios que usan cotidianamente los usuarios en su proceso de enseñanza y aprendizaje en la Uleam-Manta, mediante los principios de neuroarquitectura.

1. Indique el grupo al que pertenece dentro de la comunidad académica.

☐ Docente

☐ Estudiante

☐ Personal administrativo

2. En base a los espacios que utiliza habitualmente, ¿Cómo considera el nivel de iluminación natural ?

	Muy deficiente	Deficiente	Adecuado	Bueno	Muy bueno
Aulas planta baja	☐	☐	☐	☐	☐
Aulas planta alta	☐	☐	☐	☐	☐
Corredor planta baja	☐	☐	☐	☐	☐
Corredor planta baja	☐	☐	☐	☐	☐
Auditorio	☐	☐	☐	☐	☐
Sala de profesores	☐	☐	☐	☐	☐

3. En base a los espacios que utiliza habitualmente, ¿Cómo considera el nivel de iluminación artificial ?

	Muy deficiente	Deficiente	Adecuado	Bueno	Muy bueno
Aulas planta baja	☐	☐	☐	☐	☐
Aulas planta alta	☐	☐	☐	☐	☐
Corredor planta baja	☐	☐	☐	☐	☐
Corredor planta baja	☐	☐	☐	☐	☐
Auditorio	☐	☐	☐	☐	☐
Sala de profesores	☐	☐	☐	☐	☐

4. ¿Qué sensaciones le genera la tonalidad de color en los espacios educativos?

☐ Indiferencia

☐ Distracción

☐ Aburrimiento

- ☐ Relajación
- ☐ Motivación
- ☐ Creatividad

5. Al permanecer varias horas consecutivas dentro de la edificación ¿Cómo se siente?

- ☐ Muy incomodo
- ☐ Incomodo
- ☐ Neutro
- ☐ Cómodo
- ☐ Muy cómodo

6. ¿El edificio cuenta con espacios que le permiten descansar mentalmente entre actividades académicas?

- ☐ Si
- ☐ No

7. ¿Considera usted que la tonalidad de color implementado en el espacio interno del edificio influye en sus actividades académicas?

- ☐ Si
- ☐ No

8. ¿Qué factores considera que genera ruido afectando su bienestar dentro del espacio académico?

- ☐ Tráfico vehicular
- ☐ Construcción cercanas
- ☐ Equipo de climatización
- ☐ Animales
- ☐ Conversación de personas en el exterior

9. ¿Cuál es la principal actividad que realiza en los espacios de circulación?

- ☐ Descanso
- ☐ Aprendizaje
- ☐ Ocio y encuentro
- ☐ Flujo peatonal

10. ¿Cuál es la principal actividad que realiza en la plaza que se encuentra frente al edificio?

- ☐ Descanso

- ☐ Aprendizaje
- ☐ Ocio y encuentro
- ☐ Flujo peatonal
- ☐ No la utilizo

11. ¿Con qué frecuencia usted utiliza la plaza que se encuentra frente al edificio?

- ☐ Mucho
- ☐ Bastante
- ☐ Poco
- ☐ Muy poco
- ☐ Nada

12. Durante la realización de sus actividades académicas, ¿Qué tan comfortable es la temperatura interior?

	Nada comfortable	Poco comfortable	Medianamente comfortable	Comfortable	Muy comfortable
Aulas planta baja	☐	☐	☐	☐	☐
Aulas planta alta	☐	☐	☐	☐	☐
Corredor planta baja	☐	☐	☐	☐	☐
Corredor planta baja	☐	☐	☐	☐	☐
Auditorio	☐	☐	☐	☐	☐
Sala de profesores	☐	☐	☐	☐	☐

13. ¿Qué sensación le genera los materiales y acabados presentes en su facultad?

- ☐ Confort
- ☐ Calidez
- ☐ Frialdad
- ☐ Incomodidad
- ☐ Estrés
- ☐ Indiferencia

14. ¿Qué sensación le genera la forma y dimensión de los espacios académicos presentes en su facultad?

	Seguridad y estabilidad	Desconcierto y tensión	Suavidad y sutileza
Aulas planta baja	☐	☐	☐
Aulas planta alta	☐	☐	☐
Corredores	☐	☐	☐
Auditorio	☐	☐	☐
Sala de profesores	☐	☐	☐

15. ¿Qué elementos considera que genera olores desagradables dentro de los espacios académicos?

	Nada oloroso	Poco oloroso	Neutral	Muy oloroso	Totalmente oloroso
Instalaciones sanitarias	☐	☐	☐	☐	☐
Tacho de basura	☐	☐	☐	☐	☐
Comida o residuos alimenticios	☐	☐	☐	☐	☐
Humedad	☐	☐	☐	☐	☐

16. ¿Qué aspectos del edificio considera que influyen negativamente en su bienestar durante las actividades académicas?

- ☐ Iluminación insuficiente
- ☐ Falta de ventilación
- ☐ Olores desagradables
- ☐ Mobiliarios incómodos
- ☐ Falta de áreas de descanso
- ☐ Colores del entorno
- ☐ Ruido
- ☐ Ninguno

17. Si pudiera cambiar algo del edificio ¿Qué cambios considera necesarios?

- ☐ Incorporar áreas verdes
- ☐ Mejorar la estética y colores del edificio
- ☐ Mejorar la iluminación
- ☐ Mejorar la ventilación
- ☐ Crear áreas de descanso
- ☐ Ningún cambio

Anexo 2

Cuestionario aplicado para la entrevista a profesional de Arquitectura

1. ¿Considera usted que el diseño arquitectónico impacta en el bienestar y comportamiento de las personas dentro del espacio académico?
2. ¿Indíqueme qué característica considera importante para que el espacio académico genere confort y sea funcional?
3. ¿Considera que la distribución espacial y circulación del edificio influye en la experiencia diaria de los usuarios?
4. ¿Considera usted que la iluminación natural y artificial influye en el desempeño y permanencia de los usuarios dentro del edificio?
5. ¿Considera usted que el excesivo ruido influye en la permanencia de los usuarios en el espacio académico?
6. ¿Considera usted que la altura y proporción de los espacios influye en la percepción de las personas?
7. ¿Qué aspectos arquitectónicos considera que suele afectar el confort dentro y fuera del espacio académico?
8. ¿Referente al tema de neuroarquitectura qué principios considera importante incorporar en el diseño de espacios académicos nivel superior?
9. ¿En base a su experiencia, ¿qué aspecto considera fundamental para mejorar la experiencia educativa?

Anexo 3

Cuestionario aplicado para la entrevista a profesional de Pedagogía

1. ¿Considera usted que las aulas del edificio favorecen la concentración y el aprendizaje?
2. ¿Cómo percibe la iluminación, ventilación y confort térmico en las aulas de clases actualmente?
3. ¿En base a su experiencia, de qué manera considera que la iluminación natural influye en la concentración y rendimiento de los estudiantes?
4. ¿Considera que la gama de color empleado en los espacios académico de la facultad produce efectos favorables en el bienestar de la comunidad universitaria?
5. ¿Considera que la organización del mobiliario influye en la interacción entre estudiante y docente?
6. ¿Qué importancia considera que tiene el espacio exterior (plaza) para los estudiantes?
7. ¿Considera que la distribución y circulación del edificio es funcional y accesibles?
8. ¿Considera que el ruido en los espacios educativos afecta el desempeño académico?
9. ¿Los estudiantes suelen apropiarse de ciertos espacios para descansar o socializar, me podría indicar cuales son y por qué?
10. ¿Considera que las aulas actuales responden a las necesidades pedagógicas contemporáneas?
11. ¿En base a su experiencia como docente, que cambios o recomendaciones considera importante para diseñar espacios más humanizados y funcionales?
12. ¿Considera importante incorporar principios de neuroarquitectura en futuras intervenciones o remodelaciones de la facultad?

Nota: Entrevista aplicada a un docente del edificio de estudio , debido a que conoce más acerca de las deficiencias y ventajas.

Anexo 4

Cuestionario aplicado para la entrevista a profesional de Psicología

1. ¿Considera usted importante analizar el espacio académico bajo los principios de neuroarquitectura?
2. ¿Consideras que el entorno físico afecta el comportamiento y el estado emocional de los estudiantes?
3. ¿Qué efectos psicológicos genera un espacio con deficiencia en elementos como iluminación, acústica y ventilación?
4. ¿Consideras que los ambientes visualmente monótonos afectan la motivación y concentración de los estudiantes?
5. ¿Consideras que los colores empleados en un espacio educativo influyen en las emociones y conducta de los usuarios?
6. ¿Consideras que los espacios abiertos o áreas verdes influyen en el bienestar psicológico de los usuarios?
7. ¿Qué características espaciales considera necesarias para crear ambientes de aprendizaje más saludables?
8. ¿Qué consecuencias psicológicas puede generar un ambiente académico deteriorado o poco confortable?
9. ¿Por qué cree usted que a los estudiantes algunos espacios les generan mayor tranquilidad o estrés?
10. ¿Usted considera que la altura del techo influye en la concentración o creatividad en los estudiantes?
11. En base a su experiencia, ¿qué recomendaciones daría para diseñar espacios educativos que favorezcan el bienestar emocional y cognitivo?
12. ¿Indíqueme cómo el espacio arquitectónico (académico) puede influir en el estado emocional y psicológico de los estudiantes?

Nota: Preguntas enfocada en el comportamiento, emociones, percepción y bienestar mental.

Anexo 5

Registro de datos mediante el instrumento luxómetro en sitio de estudio planta baja

LUXÓMETRO							
ESPACIO	Corredor	HORA	17 pm -18 pm		FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
1	1	489	394	285	283	300	
	2	408	376	301			
	3	358	319	223			
	4	308	289	208			
	5	1060					
	6	6515					

LUXÓMETRO							
ESPACIO	SALÓN DE COMPUTO	HORA	17 pm -18 pm		FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
1	1	272	127	54	260	300	
	2	288	133	122			
	3	278	136	930			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	SALÓN DE COMPUTO	HORA	17 pm -18 pm		FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
1	1	250	454	350	304	300	
	2	468	325	242			
	3	245	253	145			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	SALA DE PROFESORES	HORA	17 pm -18 pm		FUENTE DE LUZ		LUZ ARTIFICIAL
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
1	1	137	186	247	215	300	
	2	177	188	284			
	3	227	229	326			
	4	143	214	345			
	5	128	169	226			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 101	HORA	11:00 - 12:00		FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
1	1	353	261	350	330	300	
	2	350	321	382			
	3	337	268	349			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 101	HORA	11:00 - 12:00		FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
1	1	956	468	448	720	300	
	2	1018	529	511			
	3	1364	723	462			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 102	HORA	11:00 - 12:00		FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
1	1	324	350	414	399	300	
	2	395	358	469			
	3	348	358	577			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 102	HORA	11:00 - 12:00		FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
1	1	476	409	460	759	300	
	2	576	600	609			
	3	1168	1076	1461			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 103		HORA	11:00 - 12:00		FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
1	1	370	361	338	355	300	
	2	357	356	364			
	3	355	323	369			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 103	HORA	11:00 - 12:00		FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
1	1	869	547	524	508	300	
	2	458	453	458			
	3	414	405	447			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 104	HORA	11:00 - 12:00		FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
1	1	280	360	336	332	300	
	2	336	298	345			
	3	412	312	313			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 104	HORA	11:00 - 12:00		FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
1	1	345	379	332	342	300	
	2	336	347	298			
	3	412	312	313			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 105	HORA	11:00 - 12:00		FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
1	1	300	348	330	331	300	
	2	340	305	328			
	3	390	318	320			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 105	HORA	11:00 - 12:00		FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
1	1	350	370	340	347	300	
	2	345	320	330			
	3	405	320	340			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 106	HORA	11:00 - 12:00		FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
1	1	356	405	355	429	300	
	2	375	411	380			
	3	536	533	512			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 106	HORA	11:00 - 12:00		FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
1	1	873	1004	877	1809	300	
	2	1163	1438	900			
	3	3598	2644	3782			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 107	HORA	11:00 - 12:00		FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
1	1	360	398	360	425	300	
	2	380	406	388			
	3	510	522	503			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 107	HORA	11:00 - 12:00		FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
1	1	860	985	860	1769	300	
	2	1120	1360	920			
	3	3485	2580	3750			

LUXÓMETRO						
ESPACIO	CENTRO DE DESARROLLO INTEGRAL		HORA	17 pm -18 pm	FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA
DATOS DE LA MEDICIÓN						
NIVEL	PUNTO	LUX		PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	LUX		
1	1	453	482	524	300	
	2	650	510			

LUXÓMETRO						
ESPACIO	COMISIÓN ACADÉMICA		HORA	17 pm -18 pm	FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA
DATOS DE LA MEDICIÓN						
NIVEL	PUNTO	LUX		PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	LUX		
1	1	388	341	261	300	
	2	367	313			
	3	278	270			
	4	244	274			
	5	69	70			

LUXÓMETRO						
ESPACIO	DECANATO 1		HORA	17 pm -18 pm	FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL
DATOS DE LA MEDICIÓN						
NIVEL	PUNTO	LUX		PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	LUX		
1	1	89	106	114	300	
	2	135	124			

LUXÓMETRO						
ESPACIO	DECANATO 2		HORA	17 pm -18 pm	FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL
DATOS DE LA MEDICIÓN						
NIVEL	PUNTO	LUX		PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	LUX		
1	1	80	102	102	300	
	2	104	120			

LUXÓMETRO						
ESPACIO	DECANATO 3		HORA	17 pm -18 pm	FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL
DATOS DE LA MEDICIÓN						
NIVEL	PUNTO	LUX		PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	LUX		
1	1	70	97	88	300	
	2	74	111			

LUXÓMETRO						
ESPACIO	SALA DE REUNIONES		HORA	17 pm -18 pm	FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL
DATOS DE LA MEDICIÓN						
NIVEL	PUNTO	LUX		PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	LUX		
1	1	192	166	188	300	
	2	205	188			

LUXÓMETRO						
ESPACIO	ASOCIACIÓN ESTUDIANTIL		HORA	17 pm -18 pm	FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL
DATOS DE LA MEDICIÓN						
NIVEL	PUNTO	LUX		PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	LUX		
1	1	138	206	163	300	
	2	140	167			

Nota: Tabla de datos obtenidos mediante el instrumento luxómetros en plata baja del edificio FCACC-B13. Fuente: Elaboración propia

Anexo 6

Registro de datos mediante el instrumento luxómetro en sitio de estudio planta alta

LUXÓMETRO						
ESPACIO	Aula 202	HORA	17 pm -18 pm	FUENTE DE LUZ	Luz mixta	
DATOS DE LA MEDICIÓN						
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO LUX	LUX SEGÚN NORMATIVAS
		A	B	C		
2	1	611	859	1196	662	300
	2	557	682	685		
	3	395	476	496		

LUXÓMETRO						
ESPACIO	Aula 202	HORA	17 pm -18 pm	FUENTE DE LUZ	Luz artificial	
DATOS DE LA MEDICIÓN						
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO LUX	LUX SEGÚN NORMATIVAS
		A	B	C		
2	1	307	391	325	326	300
	2	360	397	394		
	3	226	270	268		

LUXÓMETRO						
ESPACIO	Aula 201	HORA	17 pm -18 pm	FUENTE DE LUZ	Luz artificial	
DATOS DE LA MEDICIÓN						
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO LUX	LUX SEGÚN NORMATIVAS
		A	B	C		
2	1	294	310	205	274	300
	2	315	313	315		
	3	226	212			

LUXÓMETRO						
ESPACIO	Aula 201	HORA	17 pm -18 pm	FUENTE DE LUZ	Luz mixta	
DATOS DE LA MEDICIÓN						
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO LUX	LUX SEGÚN NORMATIVAS
		A	B	C		
2	1	1500	1150	674	882	300
	2	953	822	476		
	3	828	653			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	Corredor	HORA	17 pm -18 pm		FUENTE DE LUZ	Luz artificial	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
2	1	286	89	154	194	300	
	2	145	101	414			
	3	85	56	487			
	4	126	145	245			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 203	HORA	14:00 - 15:00		FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
2	1	216	229	188	186	300	
	2	164	230	207			
	3	86	164	191			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 203	HORA	17 pm -18 pm		FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
2	1	284	292	176	273	300	
	2	248	344	298			
	3	238	298	275			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 204	HORA	14:00 - 15:00		FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
2	1	220	335	235	214	300	
	2	154	245	260			
	3	129	153	195			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 204	HORA	17 pm -18 pm		FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
2	1	420	455	430	462	300	
	2	470	510	490			
	3	445	480	460			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 210	HORA	14:00 - 15:00		FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
2	1	357	360	342	301	300	
	2	285	283	270			
	3	261	320	232			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 210	HORA	17 pm -18 pm		FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
2	1	623	637	590	671	300	
	2	799	757	669			
	3	709	642	611			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 205		HORA	14:00 - 15:00		FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
2	1	113	165	215	204	300	
	2	144	308	285			
	3	138	251	221			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 205		HORA	17 pm -18 pm		FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
2	1	538	726	789	969	300	
	2	1048	1170	1239			
	3	999	985	1225			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 206	HORA	14:00 - 15:00		FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
2	1	87	196	95	170	300	
	2	166	218	201			
	3	169	221	178			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 206		HORA	17 pm -18 pm		FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
2	1	534	1066	658	726	300	
	2	518	830	694			
	3	547	729	954			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 207	HORA	14:00 - 15:00		FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
2	1	112	124	62	149	300	
	2	186	200	74			
	3	162	267	153			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 207		HORA	17 pm -18 pm		FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
2	1	286	351	292	489	300	
	2	717	709	606			
	3	538	494	404			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 208		HORA	14:00 - 15:00		FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
2	1	145	218	206	193	300	
	2	149	232	247			
	3	125	220	197			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	AULA 208	HORA	17 pm -18 pm		FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
2	1	313	383	376	370	300	
	2	410	519	404			
	3	271	406	249			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	SALÓN DE COMPUTO	HORA	14:00 - 15:00		FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
2	1	285	310	290	310	300	
	2	322	345	318			
	3	300	319	305			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	SALÓN DE COMPUTO	HORA	17 pm -18 pm		FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
2	1	342	350	348	364	300	
	2	405	410	383			
	3	322	385	332			

LUXÓMETRO						
ESPACIO	SALA DE PROFESORES	HORA	17 pm - 18 pm	FUENTE DE LUZ	LUZ MIXTA	
DATOS DE LA MEDICIÓN						
NIVEL	PUNTO	LUX		PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	LUX		
2	1	263	336	273	300	
	2	337	385			
	3	240	267			
	4	310	321			
	5	261	227			
	6	254	218			
	7	287	229			
	8	199	227			

LUXÓMETRO								
ESPACIO	AUDITORIO		HORA	14:00 - 15:00		FUENTE DE LUZ	LUZ ARTIFICIAL	
DATOS DE LA MEDICIÓN								
NIVEL	PUNTO	LUX				PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	D	LUX		
2	1	163	103	244	202	310	500	
	2	559	288	264	205			
	3	478	334	333	301			
	4	570	295	305	317			

LUXÓMETRO								
ESPACIO	AUDITORIO		HORA	14:00 - 15:00		FUENTE DE LUZ		LUZ MIXTA
DATOS DE LA MEDICIÓN								
NIVEL	PUNTO	LUX				PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	D	LUX		
2	1	206	217	197	210	388	500	
	2	565	380	416	395			
	3	479	465	449	413			
	4	575	489	428	320			

LUXÓMETRO							
ESPACIO	Apoyo de gestión de proceso	HORA	17 pm -18 pm		FUENTE DE LUZ	Luz mixta	
DATOS DE LA MEDICIÓN							
NIVEL	PUNTO	LUX			PROMEDIO	LUX SEGÚN NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		A	B	C	LUX		
2	1	183	115	122	167	300	
	2	180	236	127			
	3	166	208				

Nota: Tabla de datos obtenidos mediante el instrumento luxómetros en plata alta del edificio FCACC-B13. Fuente: Elaboración propia

Anexo 8

Registro de datos mediante el instrumento sonómetro en sitio de estudio en planta baja

SONOMETRO														
ESPACIO	SALA DE COMPUTO							HORA	17:00 - 18:00					
DATOS DE LA MEDICIÓN														
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO	
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi				
1	1	75.1	65.7	70.40	70.4	65.6	68	67.8	65.8	66.8	68.02	50		
	2	69.1	66.3	67.70	68.1	64.6	66.35	70.2	67.7	68.95				
	3	74.1	63.4	68.75	68.3	66.6	67.45	73	62.5	67.75				

SONOMETRO														
ESPACIO	SALA DE PROFESORES							HORA	17:00 - 18:00					
DATOS DE LA MEDICIÓN														
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO	
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi				
1	1	64.1	60.4	62.25	69.3	59.3	64.3	68.4	63.5	65.95	64.88	45		
	2	67.8	60.5	64.15	65.5	60.9	63.2	70.1	59.6	64.85				
	3	67.1	61.4	64.25	69.2	65.5	67.35	69.1	61.4	65.25				
	4	71	61.4	66.20	68.1	60	64.05	68.9	61	64.95				
	5	71.8	62.4	67.10	67.5	61.3	64.4	66.2	63.8	65				

SONOMETRO													
ESPACIO	CORREDOR						HORA	17:00 - 18:00					
DATOS DE LA MEDICIÓN													
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
1	1	76.2	66.8	71.50	73.1	65.4	69.25	76.2	65.6	70.9	69.70	55	
	2	79.7	65.8	72.75	74.8	67.7	71.25	72.2	63.9	68.05			
	3	80.4	64.4	72.40	70.2	65.9	68.05	74.5	68.4	71.45			
	4	70.6	65	67.80	72.2	66.8	69.5	80	69.1	74.55			
	5	78	61.5	69.75	69.5	65.1	67.3						
	6	67.6	63.9	65.75	66.4	63.6	65						

SONOMETRO													
ESPACIO	AULA 101						HORA	11:00 - 12:00					
DATOS DE LA MEDICIÓN													
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
1	1	72.7	57.3	65.00	74.4	59.3	66.85	78.7	59.8	69.25	64.61	35/45	
	2	63.3	61.9	62.60	62.9	59.1	61	75.8	59.5	67.65			
	3	64.2	57.8	61.00	63.2	58.8	61	75.5	58.7	67.1			

SONOMETRO													
ESPACIO	AULA 102						HORA	11:00 - 12:00					
DATOS DE LA MEDICIÓN													
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
1	1	65.4	62.4	63.90	75.4	62.9	69.15	67.5	64.5	66	66.72	35/45	
	2	67.2	63.2	65.20	80.9	62.2	71.55	74.6	62.4	68.5			
	3	66.8	63.6	65.20	66.2	63.4	64.8	67.9	64.5	66.2			

SONOMETRO													
ESPACIO	AULA 103						HORA	11:00 - 12:00					
DATOS DE LA MEDICIÓN													
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
1	1	67.6	57.1	62.35	63.2	57.3	60.25	63.7	60.3	62	62.01	35/45	
	2	63.4	58	60.70	65.7	60	62.85	66.7	60.4	63.55			
	3	65.2	57.9	61.55	64.6	59.3	61.95	65.3	60.4	62.85			

SONOMETRO														
ESPACIO	AULA 104							HORA	11:00 - 12:00					
DATOS DE LA MEDICIÓN														
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO	
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi				
1	1	64	61	62.50	68.6	60.5	64.55	61.9	60.8	61.35	61.91	35/45		
	2	63.3	59.3	61.30	61.3	60.4	60.85	61.9	59.1	60.5				
	3	64.8	60.8	62.80	64.7	59.5	62.1	62.4	60.1	61.25				

SONOMETRO													
ESPACIO	AULA 105							HORA	11:00 - 12:00				
DATOS DE LA MEDICIÓN													
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
1	1	63.8	60.9	62.35	65.1	65.2	65.15	62.3	60.2	61.25	62.34	35/45	
	2	62.9	59.8	61.35	63.2	63	63.1	61.8	59.4	60.6			
	3	64	60	62.00	64.2	64	64.1	62.4	60	61.2			

SONOMETRO													
ESPACIO	AULA 106						HORA	11:00 - 12:00					
DATOS DE LA MEDICIÓN													
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
1	1	63.6	59.8	61.70	64.7	61.5	63.1	75.4	60	67.7	63.25	35/45	
	2	70.7	58.4	64.55	64.2	60.2	62.2	63.9	62	62.95			
	3	62.4	60.2	61.30	64.1	62.6	63.35	64.4	60.4	62.4			

SONOMETRO													
ESPACIO	AULA 107						HORA	11:00 - 12:00					
DATOS DE LA MEDICIÓN													
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
1	1	64.1	60.2	62.15	64.7	61.2	62.95	74.9	60.2	67.55	63.21	35/45	
	2	69.7	58.8	64.25	63.8	60.4	62.1	63.8	61.8	62.8			
	3	62.8	60.1	61.45	64.2	62.4	63.3	64	60.6	62.3			

SONOMETRO											
ESPACIO	CENTRO DE DESARROLLO INTEGRAL				HORA		17:00 - 18:00				
DATOS DE LA MEDICIÓN											
NIVEL	PUNTO	A			B			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO	
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi				
1	1	67.4	60.7	64.05	78.5	59	68.75	64.49	35/45		
	2	65.2	61.7	63.45	64.1	59.3	61.7				

SONOMETRO										
ESPACIO	COMISIÓN ACADÉMICA				HORA		17:00 - 18:00			
DATOS DE LA MEDICIÓN										
NIVEL	PUNTO	A			B			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
1	1	81.9	69.8	75.85	67.6	63.9	65.75	43.41	45	
	2	78.5	65.3	71.9	67.2	61.9	64.55			
	3	71.2	67.9	69.55	68.1	63	65.55			
	4	84.7	75.6	80.15	68.1	63.8	65.95			
	5	71.9	66.1	69	68.7	63.9	66.3			

SONOMETRO										
ESPACIO	DECANATO 1				HORA		17:00 - 18:00			
DATOS DE LA MEDICIÓN										
NIVEL	PUNTO	A			B			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
1	1	66	55	60.50	73	56	64.5	62.25	45	
	2	64	57	60.50	70	57	63.5			

SONOMETRO										
ESPACIO	DECANATO 2				HORA		17:00 - 18:00			
DATOS DE LA MEDICIÓN										
NIVEL	PUNTO	A			B			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
1	1	68	57	62.50	72	55	63.5	62.50	45	
	2	65	56	60.50	71	56	63.5			

SONOMETRO										
ESPACIO	SALA DE REUNIONES				HORA		17:00 - 18:00			
DATOS DE LA MEDICIÓN										
NIVEL	PUNTO	A			B			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
1	1	73	56	64.50	77	55	66	62.88	45	
	2	70	58	64.00	59	55	57			

SONOMETRO										
ESPACIO	DECANATO 3				HORA		17:00 - 18:00			
DATOS DE LA MEDICIÓN										
NIVEL	PUNTO	A			B			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
1	1	72	59	65.50	68	58	63	63.13	45	
	2	63	60	61.50	64	61	62.5			

SONOMETRO										
ESPACIO	ASOCIACIÓN ESTUDIANTEL				HORA		17:00 - 18:00			
DATOS DE LA MEDICIÓN										
NIVEL	PUNTO	A			B			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
1	1	65.2	61.8	63.50	75.4	61.1	68.25	63.39	45	
	2	63	60.1	61.55	62	58.5	60.25			

Nota: Tabla de datos obtenido mediante el instrumento sonómetro en plata baja del edificio FCACC-B13. Fuente: Elaboración propia

Anexo 9

Registro de datos mediante el instrumento sonómetro en sitio de estudio en planta baja

SONOMETRO													
ESPACIO	CORREDOR							HORA	17:00 - 18:00				
DATOS DE LA MEDICIÓN													
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
2	1	67.2	60.6	63.90	69.5	63.3	66.4	67.3	62.4	64.85	64.09	55	
	2	67.9	63.6	65.75	65.7	61.8	63.75	66.7	63.7	65.2			
	3	66.1	59.9	63.00	67.7	58	62.85	66.8	60	63.4			
	4	65.5	59.8	62.65	65.4	59.8	62.6	65.8	63.6	64.7			

SONOMETRO													
ESPACIO	AULA 201						HORA	17:00 - 18:00					
DATOS DE LA MEDICIÓN													
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
2	1	64.9	60	62.45	65.4	60	62.7				62.98	35/45	
	2	65.2	60.1	62.65	69	60.9	64.95	66.3	60.6	63.45			
	3	64.2	61.4	62.80	66.3	58.4	62.35	65	60	62.5			

SONOMETRO														
ESPACIO	AULA 202							HORA	17:00 - 18:00					
DATOS DE LA MEDICIÓN														
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO	
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi				
2	1	65	59.7	62.35	65	58.5	61.75	65.1	60.7	62.9	70.11	35/45		
	2	64.7	58.7	61.70	65.3	60.7	63	65.8	59.3	62.55				
	3	65	59.4	62.20	64.5	60	62.25	65	59.3	62.15				

SONOMETRO													
ESPACIO	AULA 203						HORA	12:00 - 14:00					
DATOS DE LA MEDICIÓN													
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
2	1	64.5	59.8	62.15	63.2	60.9	62.05	65.9	60.6	63.25	62.71	35/45	
	2	63.4	61	62.20	68.4	59.1	63.75	63.6	60.5	62.05			
	3	65.9	62.5	64.20	64.1	60	62.05	64.9	60.4	62.65			

SONOMETRO													
ESPACIO	AULA 204							HORA	12:00 - 14:00				
DATOS DE LA MEDICIÓN													
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
2	1	64.7	60	62.35	63.4	61	62.2	66	60.9	63.45	62.72	35/45	
	2	64	60.5	62.25	68	59.6	63.8	62.1	60.8	61.45			
	3	66.2	62.2	64.20	64.2	60.2	62.2	64.5	60.6	62.55			

SONOMETRO														
ESPACIO	AULA 210							HORA	12:00 - 14:00					
DATOS DE LA MEDICIÓN														
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO	
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi				
2	1	73.6	60.8	67.20	64.8	62.9	63.85	62.4	61.8	62.1	64.64	35/45		
	2	62.5	61.2	61.85	65.2	60.8	63	65	61.4	63.2				
	3	64.3	62.8	63.55	64.7	63.3	64	83.5	62.6	73.05				

SONOMETRO													
ESPACIO	AULA 205							HORA	12:00 - 14:00				
DATOS DE LA MEDICIÓN													
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
2	1	63.2	60.4	61.80	65.1	59.3	62.2	63.3	60	61.65	61.61	35/45	
	2	63.1	58.4	60.75	67.7	58.6	63.15	62.5	59.4	60.95			
	3	67.4	59.3	63.35	61.5	57.4	59.45	62.9	59.4	61.15			

SONOMETRO													
ESPACIO	AULA 206							HORA	12:00 - 14:00				
DATOS DE LA MEDICIÓN													
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
2	1	76.7	58.3	67.50	61.8	58.7	60.25	64.5	57.4	60.95	61.94	35/45	
	2	64.1	59.6	61.85	63.2	59.3	61.25	62.9	59.6	61.25			
	3	63.5	58.7	61.10	64	58.8	61.4	63.9	60	61.95			

SONOMETRO													
ESPACIO	AULA 208						HORA	12:00 - 14:00					
DATOS DE LA MEDICIÓN													
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
2	1	64.5	61.8	63.15	64.4	62.8	63.6	64	63.9	63.95	63.86	35/45	
	2	64.3	60.2	62.25	64.1	61.6	62.85	76.3	61.6	68.95			
	3	64.2	62.4	63.30	64.5	62.8	63.65	63.7	62.3	63			

SONOMETRO													
ESPACIO	SALA DE COMPUTO							HORA	12:00 - 14:00				
DATOS DE LA MEDICIÓN													
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
2	1	70.8	64.8	67.80	68.5	65.3	66.9	66.9	65.2	66.05	66.85	50	
	2	67.4	65.2	66.30	67.3	64.3	65.8	68.2	66.5	67.35			
	3	72	63.7	67.85	68.1	66	67.05	70	63.1	66.55			

SONOMETRO													
ESPACIO	APOYO Y GESTIÓN DE PROCESO						HORA	17:00 - 18:00					
DATOS DE LA MEDICIÓN													
NIVEL	PUNTO	A			B			C			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
2	1	73	55	64	78	56	67	61	54	57.5	61.06	45	
	2	70	54	62	64	55	59.5	60	54	57			
	3	64	54	59	67	58	62.5			0			

SONOMETRO																
ESPACIO	AUDITORIO							HORA		11:00 - 12:00						
DATOS DE LA MEDICIÓN																
NIVEL	PUNTO	A			B			C			D			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
2	1	65.2	63	64.10	65.3	62.2	63.75	66.1	64.4	65.25	65.1	60.4	62.75	63.51	45/50	
	2	65	63.6	64.30	65.5	62.6	64.05	66.6	62	64.3	63.8	62.8	63.3			
	3	64.7	60.2	62.45	64.7	62.4	63.55	64.7	63	63.85	62.5	60.5	61.5			
	4	63.7	61	62.35	66.4	64.8	65.6	67	61	64	62.2	60	61.1			

SONOMETRO										
ESPACIO	SALA DE PROFESORES				HORA		17:00 - 18:00			
DATOS DE LA MEDICIÓN										
NIVEL	PUNTO	A			B			PROMEDIO	DB/NORMATIVAS	CUMPLIMIENTO
		MAX	MIN	Xi	MAX	MIN	Xi			
2	1	63.5	59.7	61.6	65.1	59.8	62.45	62.37	45	
	2	63.1	59	61.05	66.7	59.9	63.3			
	3	65.9	63	64.45	61.9	60	60.95			
	4	63.6	60	61.8	66.2	59.1	62.65			
	5	69	59.7	64.35	64.5	59.6	62.05			
	6	65.9	59.3	62.6	63.8	58.9	61.35			
	7	64.7	58.7	61.7	65.5	62	63.75			
	8	63.2	59	61.1	64.5	60.9	62.7			

Nota: Tabla de datos obtenidos mediante el instrumento sonómetro en plata alta del edificio FCACC-B13. Fuente: Elaboración propia

Anexo 10

Datos de coeficiente de absorción sonora de 500 Hz

MATERIALES	COEFICIENTE DE ABSORCIÓN SONORA 500 Hz
Piso	0.01
Tumbado	0.01
Pared Frente	0.02
Pared fondo	0.02
Pared lateral derecha	0.02
Pared lateral izquierda	0.02
Ventanas	0.18
Puerta	0.06
Cielo raso	0.39
Piso de madera	0.08
Mobiliario	0.04
Puerta de vidrio	0.05

Nota: Cálculo de tiempo de reverberación a través del método Sabine en espacios académicos, tomando como coeficiente de absorción sonora una frecuencia de 500 Hz, rango que corresponde a la voz humana. Fuente: Elaboración propia

Anexo 11

Cálculo de tiempo de reverberación en planta baja

Cálculo de reverberación			
Espacio : Sala de reuniones			
Ancho (m)	3.26	Constante	0.161
Largo (m)	2.4	Atot (absorción total)	1.62
Alto (m)	3.3	RT60	2.57
Volumen (m3)	25.82		
Coeficiente de absorción sonora			
Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)
Pared frente	10.76	0.02	0.22
Pared Fondo	6.76	0.02	0.14
Techo	7.92	0.01	0.08
Piso	7.82	0.02	0.16
Pared Lat. Izquierdo	5.76	0.02	0.12
Pared Lat. Derecho	3.92	0.02	0.08
Puerta de vidrio	4.00	0.05	0.20
Ventana	2.16	0.18	0.39
Mobiliario	6.30	0.04	0.25

Cálculo de reverberación				Cálculo de reverberación			
Espacio : Aula 101				Espacio : Aula 102			
Ancho (m)	6.48	Constante	0.161	Ancho (m)	6.48	Constante	0.161
Largo (m)	6.56	Atot (absorción total)	6.77	Largo (m)	6.16	Atot (absorción total)	5.10
Alto (m)	3.3	RT60	3.33	Alto (m)	3.3	RT60	4.16
Volumen (m3)	140.28			Volumen (m3)	131.73		
Coeficiente de absorción sonora				Coeficiente de absorción sonora			
Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)	Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)
Pared frente	12.51	0.02	0.25	Pared frente	21.38	0.02	0.43
Pared Fondo	21.38	0.02	0.43	Pared Fondo	21.38	0.02	0.43
Techo	42.51	0.01	0.43	Techo	39.92	0.01	0.40
Piso	42.51	0.02	0.85	Piso	39.92	0.02	0.80
Pared Lat. Izquierdo	21.65	0.02	0.43	Pared Lat. Izquierdo	20.33	0.02	0.41
Pared Lat. Derecho	12.66	0.02	0.25	Pared Lat. Derecho	11.89	0.02	0.24
Puerta	2.10	0.06	0.13	Puerta	2.10	0.06	0.13
Ventana	18.26	0.18	3.29	Ventana	8.62	0.18	1.55
Mobiliario	18.06	0.04	0.72	Mobiliario	18.06	0.04	0.72
Cálculo de reverberación				Cálculo de reverberación			
Espacio : Aula 103				Espacio : Aula 104			
Ancho (m)	6.48	Constante	0.161	Ancho (m)	5.88	Constante	0.161
Largo (m)	5.52	Atot (absorción total)	4.88	Largo (m)	5.52	Atot (absorción total)	4.53
Alto (m)	3.3	RT60	3.89	Alto (m)	3.3	RT60	3.81
Volumen (m3)	118.04			Volumen (m3)	107.11		
Coeficiente de absorción sonora				Coeficiente de absorción sonora			
Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)	Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)
Pared frente	21.38	0.02	0.43	Pared frente	11.35	0.02	0.23
Pared Fondo	21.38	0.02	0.43	Pared Fondo	19.40	0.02	0.39
Techo	35.77	0.01	0.36	Techo	32.46	0.01	0.32
Piso	35.77	0.02	0.72	Piso	32.46	0.02	0.65
Pared Lat. Izquierdo	10.65	0.02	0.21	Pared Lat. Izquierdo	18.22	0.02	0.36
Pared Lat. Derecho	18.22	0.02	0.36	Pared Lat. Derecho	18.22	0.02	0.36
Puerta	2.10	0.06	0.13	Puerta	2.10	0.06	0.13
Ventana	7.73	0.18	1.39	Ventana	8.23	0.18	1.48
Mobiliario	21.50	0.04	0.86	Mobiliario	15.05	0.04	0.60
Cálculo de reverberación				Cálculo de reverberación			
Espacio : Aula 105				Espacio : Aula 106			
Ancho (m)	6.3	Constante	0.161	Ancho (m)	6.3	Constante	0.161
Largo (m)	5.52	Atot (absorción total)	4.83	Largo (m)	5.36	Atot (absorción total)	4.87
Alto (m)	3.3	RT60	3.82	Alto (m)	3.3	RT60	3.69
Volumen (m3)	114.76			Volumen (m3)	111.43		
Coeficiente de absorción sonora				Coeficiente de absorción sonora			
Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)	Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)
Pared frente	12.16	0.02	0.24	Pared frente	20.79	0.02	0.42
Pared Fondo	20.79	0.02	0.42	Pared Fondo	12.16	0.02	0.24
Techo	34.78	0.01	0.35	Techo	33.77	0.01	0.34
Piso	34.78	0.02	0.70	Piso	33.77	0.02	0.68
Pared Lat. Izquierdo	18.22	0.02	0.36	Pared Lat. Izquierdo	17.69	0.02	0.35
Pared Lat. Derecho	18.22	0.02	0.36	Pared Lat. Derecho	17.69	0.02	0.35
Puerta	2.10	0.06	0.13	Puerta	2.10	0.06	0.13
Ventana	8.82	0.18	1.59	Ventana	8.82	0.18	1.59
Mobiliario	17.20	0.04	0.69	Mobiliario	19.35	0.04	0.77
Cálculo de reverberación				Cálculo de reverberación			
Espacio : Aula 107				Espacio : Salón de cómputo			
Ancho (m)	5.83	Constante	0.161	Ancho (m)	6.46	Constante	0.161
Largo (m)	5.36	Atot (absorción total)	4.62	Largo (m)	5.36	Atot (absorción total)	4.81
Alto (m)	3.3	RT60	3.59	Alto (m)	3.3	RT60	3.82
Volumen (m3)	103.12			Volumen (m3)	114.26		
Coeficiente de absorción sonora				Coeficiente de absorción sonora			
Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)	Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)
Pared frente	19.24	0.02	0.38	Pared frente	21.32	0.02	0.43
Pared Fondo	11.25	0.02	0.23	Pared Fondo	12.47	0.02	0.25
Techo	31.25	0.01	0.31	Techo	34.63	0.01	0.35
Piso	31.25	0.02	0.62	Piso	34.63	0.02	0.69
Pared Lat. Izquierdo	17.69	0.02	0.35	Pared Lat. Izquierdo	17.69	0.02	0.35
Pared Lat. Derecho	17.69	0.02	0.35	Pared Lat. Derecho	17.69	0.02	0.35
Puerta	2.10	0.06	0.13	Puerta de vidrio	2.10	0.05	0.11
Ventana	8.16	0.18	1.47	Ventana	9.04	0.18	1.63
Mobiliario	19.35	0.04	0.77	Mobiliario	16.44	0.04	0.66

Cálculo de reverberación				Cálculo de reverberación			
Espacio : Comisión académica				Espacio : Asociación estudiantil			
Ancho (m)	3.1	Constante	0.161	Ancho (m)	3.36	Constante	0.161
Largo (m)	12.8	Atot (absorción total)	6.90	Largo (m)	2.62	Atot (absorción total)	2.28
Alto (m)	3.3	RT60	3.06	Alto (m)	3.3	RT60	2.05
Volumen (m3)	130.94			Volumen (m3)	29.05		
Coeficiente de absorción sonora				Coeficiente de absorción sonora			
Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)	Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)
Pared frente	3.72	0.02	0.07	Pared frente	11.09	0.02	0.22
Pared Fondo	3.10	0.02	0.06	Pared Fondo	21.40	0.02	0.43
Techo	39.68	0.01	0.40	Techo	8.80	0.01	0.09
Piso	39.68	0.02	0.79	Piso	8.80	0.02	0.18
Pared Lat. Izquierdo	24.64	0.02	0.49	Pared Lat. Izquierdo	8.65	0.02	0.17
Pared Lat. Derecho	22.14	0.02	0.44	Pared Lat. Derecho	6.55	0.02	0.13
Puerta	21.80	0.06	1.31	Puerta	2.10	0.06	0.13
Ventana	15.00	0.18	2.70	Ventana	4.70	0.18	0.85
Mobiliario	15.66	0.04	0.63	Mobiliario	2.28	0.04	0.09
Cálculo de reverberación				Cálculo de reverberación			
Espacio : Centro de desarrollo integral				Espacio : Decanato 1			
Ancho (m)	3.76	Constante	0.161	Ancho (m)	3.2	Constante	0.161
Largo (m)	3.3	Atot (absorción total)	2.57	Largo (m)	2.98	Atot (absorción total)	3.99
Alto (m)	3.3	RT60	2.57	Alto (m)	3.3	RT60	1.27
Volumen (m3)	40.95			Volumen (m3)	31.47		
Coeficiente de absorción sonora				Coeficiente de absorción sonora			
Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)	Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)
Pared frente	7.37	0.02	0.15	Pared frente	10.56	0.02	0.21
Pared Fondo	7.14	0.02	0.14	Pared Fondo	10.56	0.02	0.21
Techo	12.41	0.01	0.12	Techo	9.54	0.01	0.10
Piso	12.41	0.02	0.25	Piso	9.54	0.02	0.19
Pared Lat. Izquierdo	10.89	0.02	0.22	Pared Lat. Izquierdo	45.99	0.02	0.92
Pared Lat. Derecho	10.89	0.02	0.22	Pared Lat. Derecho	44.20	0.02	0.88
Puerta de vidrio	5.04	0.05	0.25	Puerta	5.96	0.06	0.36
Ventana	5.26	0.18	0.95	Ventana	4.17	0.18	0.75
Mobiliario	6.72	0.04	0.27	Mobiliario	9.20	0.04	0.37
Cálculo de reverberación				Cálculo de reverberación			
Espacio : Decanato 2				Espacio : Decanato 3			
Ancho (m)	3.2	Constante	0.161	Ancho (m)	3.2	Constante	0.161
Largo (m)	2.33	Atot (absorción total)	1.79	Largo (m)	2.6	Atot (absorción total)	1.73
Alto (m)	3.3	RT60	2.21	Alto (m)	3.3	RT60	2.56
Volumen (m3)	24.60			Volumen (m3)	27.46		
Coeficiente de absorción sonora				Coeficiente de absorción sonora			
Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)	Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)
Pared frente	10.56	0.02	0.21	Pared frente	6.56	0.02	0.13
Pared Fondo	8.40	0.02	0.17	Pared Fondo	10.56	0.02	0.21
Techo	7.46	0.01	0.07	Techo	8.32	0.01	0.08
Piso	7.46	0.02	0.15	Piso	8.32	0.02	0.17
Pared Lat. Izquierdo	4.58	0.02	0.09	Pared Lat. Izquierdo	4.94	0.02	0.10
Pared Lat. Derecho	3.03	0.02	0.06	Pared Lat. Derecho	5.50	0.02	0.11
Puerta de vidrio	4.66	0.05	0.23	Puerta de vidrio	3.08	0.05	0.15
Ventana	3.11	0.18	0.56	Ventana	3.64	0.18	0.66
Mobiliario	6.05	0.04	0.24	Mobiliario	2.90	0.04	0.12
Cálculo de reverberación				Cálculo de reverberación			
Espacio : Sala de profesores				Espacio : Corredor			
Ancho (m)	12	Constante	0.161	Superficie (m2)	163.23	Constante	0.161
Largo (m)	15.2	Atot (absorción total)	23.35			Atot (absorción total)	14.63
Alto (m)	3.3	RT60	4.15	Alto (m)	3.33	RT60	5.98
Volumen (m3)	601.92			Volumen (m3)	543.56		
Coeficiente de absorción sonora				Coeficiente de absorción sonora			
Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)	Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)
Pared frente	23.16	0.02	0.46	Pared frente	75.72	0.02	1.51
Pared Fondo	23.16	0.02	0.46	Pared Fondo	62.00	0.02	1.24
Techo	182.40	0.01	1.82	Techo	163.28	0.01	1.63
Piso	182.40	0.02	3.65	Piso	163.28	0.02	3.27
Pared Lat. Izquierdo	45.96	0.02	0.92	Pared Lat. Izquierdo	62.87	0.02	1.26
Pared Lat. Derecho	29.34	0.02	0.59	Pared Lat. Derecho	75.39	0.02	1.51
Puerta de vidrio	4.20	0.05	0.21	Puerta	48.40	0.06	2.90
Ventana	54.88	0.18	9.88	Ventana	4.17	0.18	0.75
Mobiliario	133.85	0.04	5.35	Mobiliario	14.00	0.04	0.56

Anexo 12

Cálculo de tiempo de reverberación en planta alta

Cálculo de reverberación				Cálculo de reverberación			
Espacio : Aula 201				Espacio : Aula 202			
Ancho (m)	6.46	Constante	0.161	Ancho (m)	6.45	Constante	0.161
Largo (m)	6.14	Atot (absorción total)	4.83	Largo (m)	5.52	Atot (absorción total)	4.52
Alto (m)	3.2	RT60	4.23	Alto (m)	3.2	RT60	4.06
Volumen (m3)	126.93			Volumen (m3)	113.93		
Coeficiente de absorción sonora				Coeficiente de absorción sonora			
Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)	Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)
Pared frente	20.67	0.02	0.41	Pared frente	20.64	0.02	0.41
Pared Fondo	20.67	0.02	0.41	Pared Fondo	20.64	0.02	0.41
Techo	39.66	0.01	0.40	Techo	35.60	0.01	0.36
Piso	39.66	0.02	0.79	Piso	35.60	0.02	0.71
Pared Lat. Izquierdo	11.05	0.02	0.22	Pared Lat. Izquierdo	9.94	0.02	0.20
Pared Lat. Derecho	17.55	0.02	0.35	Pared Lat. Derecho	15.56	0.02	0.31
Puerta	2.10	0.06	0.13	Puerta	2.10	0.06	0.13
Ventana	8.60	0.18	1.55	Ventana	7.73	0.18	1.39
Mobiliario	14.19	0.04	0.57	Mobiliario	15.05	0.04	0.60
Cálculo de reverberación				Cálculo de reverberación			
Espacio : Aula 203				Espacio : Aula 210			
Ancho (m)	5.88	Constante	0.161	Ancho (m)	6.08	Constante	0.161
Largo (m)	5.52	Atot (absorción total)	4.36	Largo (m)	5.52	Atot (absorción total)	4.50
Alto (m)	3.2	RT60	3.84	Alto (m)	3.2	RT60	3.84
Volumen (m3)	103.86			Volumen (m3)	107.40		
Coeficiente de absorción sonora				Coeficiente de absorción sonora			
Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)	Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)
Pared frente	11.09	0.02	0.22	Pared frente	10.94	0.02	0.22
Pared Fondo	16.72	0.02	0.33	Pared Fondo	10.94	0.02	0.22
Techo	32.46	0.01	0.32	Techo	33.56	0.01	0.34
Piso	32.46	0.02	0.65	Piso	33.56	0.02	0.67
Pared Lat. Izquierdo	17.66	0.02	0.35	Pared Lat. Izquierdo	17.66	0.02	0.35
Pared Lat. Derecho	17.66	0.02	0.35	Pared Lat. Derecho	17.66	0.02	0.35
Puerta	2.10	0.06	0.13	Puerta	2.10	0.06	0.13
Ventana	7.73	0.18	1.39	Ventana	8.51	0.18	1.53
Mobiliario	15.05	0.04	0.60	Mobiliario	17.20	0.04	0.69
Cálculo de reverberación				Cálculo de reverberación			
Espacio : Aula 204				Espacio : Aula 205			
Ancho (m)	6.3	Constante	0.161	Ancho (m)	6.08	Constante	0.161
Largo (m)	5.52	Atot (absorción total)	4.74	Largo (m)	5.36	Atot (absorción total)	4.58
Alto (m)	3.2	RT60	3.78	Alto (m)	3.2	RT60	3.67
Volumen (m3)	111.28			Volumen (m3)	104.28		
Coeficiente de absorción sonora				Coeficiente de absorción sonora			
Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)	Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)
Pared frente	11.34	0.02	0.23	Pared frente	17.36	0.02	0.35
Pared Fondo	18.06	0.02	0.36	Pared Fondo	10.94	0.02	0.22
Techo	34.78	0.01	0.35	Techo	32.59	0.01	0.33
Piso	34.78	0.02	0.70	Piso	32.59	0.02	0.65
Pared Lat. Izquierdo	17.66	0.02	0.35	Pared Lat. Izquierdo	17.15	0.02	0.34
Pared Lat. Derecho	17.66	0.02	0.35	Pared Lat. Derecho	17.15	0.02	0.34
Puerta	2.10	0.06	0.13	Puerta	2.10	0.06	0.13
Ventana	8.82	0.18	1.59	Ventana	8.51	0.18	1.53
Mobiliario	17.20	0.04	0.69	Mobiliario	17.20	0.04	0.69

Cálculo de reverberación				Cálculo de reverberación			
Espacio : Aula 206				Espacio : Aula 207			
Ancho (m)	6.3	Constante	0.161	Ancho (m)	5.88	Constante	0.161
Largo (m)	5.36	Atot (absorción total)	4.69	Largo (m)	5.36	Atot (absorción total)	4.47
Alto (m)	3.2	RT60	3.71	Alto (m)	3.2	RT60	3.63
Volumen (m3)	108.06			Volumen (m3)	100.85		
Coeficiente de absorción sonora				Coeficiente de absorción sonora			
Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)	Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)
Pared frente	18.06	0.02	0.36	Pared frente	16.72	0.02	0.33
Pared Fondo	11.34	0.02	0.23	Pared Fondo	10.58	0.02	0.21
Techo	33.77	0.01	0.34	Techo	31.52	0.01	0.32
Piso	33.77	0.02	0.68	Piso	31.52	0.02	0.63
Pared Lat. Izquierdo	17.15	0.02	0.34	Pared Lat. Izquierdo	17.15	0.02	0.34
Pared Lat. Derecho	17.15	0.02	0.34	Pared Lat. Derecho	17.15	0.02	0.34
Puerta	2.10	0.06	0.13	Puerta	2.10	0.06	0.13
Ventana	8.82	0.18	1.59	Ventana	8.23	0.18	1.48
Mobiliario	17.20	0.04	0.69	Mobiliario	17.20	0.04	0.69
Cálculo de reverberación				Cálculo de reverberación			
Espacio : Aula 208				Espacio : Salón de computo			
Ancho (m)	8.4	Constante	0.161	Ancho (m)	5.82	Constante	0.161
Largo (m)	5.36	Atot (absorción total)	5.98	Largo (m)	15.2	Atot (absorción total)	7.58
Alto (m)	3.2	RT60	3.88	Alto (m)	3.2	RT60	6.01
Volumen (m3)	144.08			Volumen (m3)	283.08		
Coeficiente de absorción sonora				Coeficiente de absorción sonora			
Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)	Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)
Pared frente	22.68	0.02	0.45	Pared frente	14.42	0.02	0.29
Pared Fondo	15.18	0.02	0.30	Pared Fondo	10.48	0.02	0.21
Techo	45.02	0.01	0.45	Techo	88.46	0.01	0.88
Piso	45.02	0.02	0.90	Piso	88.46	0.02	1.77
Pared Lat. Izquierdo	17.15	0.02	0.34	Pared Lat. Izquierdo	48.64	0.02	0.97
Pared Lat. Derecho	17.15	0.02	0.34	Pared Lat. Derecho	48.64	0.02	0.97
Puerta	4.20	0.06	0.25	Puerta	4.20	0.06	0.25
Ventana	11.70	0.18	2.11	Ventana	8.15	0.18	1.47
Mobiliario	20.64	0.04	0.83	Mobiliario	19.08	0.04	0.76
Cálculo de reverberación				Cálculo de reverberación			
Espacio : Sala de docencia				Espacio : Auditorio			
Ancho (m)	3.36	Constante	0.161	Ancho (m)	16.88	Constante	0.161
Largo (m)	15.68	Atot (absorción total)	9.22	Largo (m)	6.52	Atot (absorción total)	13.80
Alto (m)	3.2	RT60	2.94	Alto (m)	3.20	RT60	4.11
Volumen (m3)	168.59			Volumen (m3)	352.18		
Coeficiente de absorción sonora				Coeficiente de absorción sonora			
Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)	Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)
Pared frente	6.05	0.02	0.12	Pared frente	30.38	0.02	0.61
Pared Fondo	6.05	0.02	0.12	Pared Fondo	22.13	0.02	0.44
Techo	52.68	0.01	0.53	Techo	110.06	0.01	1.10
Piso	52.68	0.02	1.05	Piso	110.06	0.02	2.20
Pared Lat. Izquierdo	13.58	0.02	0.27	Pared Lat. Izquierdo	11.74	0.02	0.23
Pared Lat. Derecho	28.22	0.02	0.56	Pared Lat. Derecho	20.86	0.02	0.42
Puerta de vidrio	2.10	0.05	0.11	Puerta	8.25	0.06	0.50
Ventana	11.35	0.18	2.04	Ventana	28.00	0.18	5.04
Mobiliario	110.43	0.04	4.42	Mobiliario	81.60	0.04	3.26
Cálculo de reverberación				Cálculo de reverberación			
Espacio : Corredor				Espacio : Apoyo y gestión de proceso			
Superficie (m2)	146.98	Constante	0.161	Ancho (m)	6.00	Constante	0.161
		Atot (absorción total)	10.23	Largo (m)	5.80	Atot (absorción total)	3.67
Alto (m)	3.33	RT60	7.70	Alto (m)	3.20	RT60	4.88
Volumen (m3)	489.44			Volumen (m3)	111.36		
Coeficiente de absorción sonora				Coeficiente de absorción sonora			
Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)	Material	Superficie	500 Hz	Abs. Sup. (m2)
Pared frente	36.80	0.02	0.74	Pared frente	6.48	0.02	0.13
Pared Fondo	23.68	0.02	0.47	Pared Fondo	3.20	0.02	0.06
Techo	146.98	0.01	1.47	Techo	34.80	0.01	0.35
Piso	146.98	0.02	2.94	Piso	34.80	0.02	0.70
Pared Lat. Izquierdo	44.68	0.02	0.89	Pared Lat. Izquierdo	5.80	0.02	0.12
Pared Lat. Derecho	92.42	0.02	1.85	Pared Lat. Derecho	5.80	0.02	0.12
Puerta de vidrio	35.70	0.05	1.79	Puerta	1.80	0.06	0.11
Ventana	0.00	0.18	0.00	Ventana	7.89	0.18	1.42
Mobiliario	2.16	0.04	0.09	Mobiliario	16.87	0.04	0.67

Anexo 13

Materiales que conforma el espacio académico en planta baja

Espacios: Aulas, sala de profesores, sala de computo, corredor y centro de desarrollo integral			
Materiales		Acabados	
Piso	Hormigón Armado	Piso	Cerámica
Tumbado	Losa de Hormigón Armado	Tumbado	Empaste y pintura
Paredes	Mampostería	Paredes	Empaste y pintura
Ventanas	Aluminio y Vidrio	Ventanas	Marco de Aluminio y vidrio
Puerta	Madera y vidrio	Puerta	Madera y vidrio
Mobiliario	Madera, metal y tapicería	Mobiliario	Madera y metal
Espacios: Comisión académica			
Materiales		Acabados	
Piso	Hormigón Armado	Piso	Cerámica
Tumbado	Losa de Hormigón Armado	Tumbado	Empaste y pintura
Paredes 1	Gypsum	Paredes 1	Empaste y pintura
Paredes 2	Mampostería	Paredes 2	Empaste y pintura
Puerta	Aluminio y Vidrio	Puerta	Aluminio y Vidrio
Mobiliario	Madera, metal y tapicería	Mobiliario	Madera y metal

Anexo 14

Materiales que conforma el espacio académico en planta alta

Espacios: Aulas, sala de profesores, sala de computo, corredor y auditorio			
Materiales		Acabados	
Techo (tumbado)	Gypsum	Techo (tumbado)	Gypsum
Paredes	Mampostería	Paredes	Empaste y pintura
Ventanas	Aluminio y Vidrio	Ventanas	Marco de Aluminio y vidrio
Puerta	Madera y vidrio	Puerta	Madera y vidrio
Mobiliario	Madera, metal y tapicería	Mobiliario	Madera y metal

Anexo 15

Toma de datos con los instrumento de medición



Anexo 16

Toma de datos con los instrumento de medición



Anexo 17

Toma de datos con los instrumento de medición



Anexo 18*Espacios internos del edificio de estudio***Anexo 19***Espacios internos del edificio de estudio*