



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE ARQUITECTURA

DISEÑO DE ESPACIOS EDUCATIVOS: REFUNCIONALIZACIÓN ARQUITECTÓNICA,
DEL SUBSUELO DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ARQUITECTO**

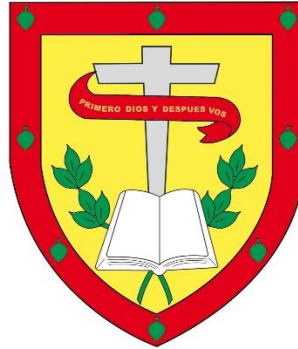
AUTOR: ARIEL MOISÉS MENDIETA GUAMÁN

DIRECTOR: ARQ. JARA ALVEAR JOANNA PRISCILA

CUENCA - ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE ARQUITECTURA

DISEÑO DE ESPACIOS EDUCATIVOS: REFUNCIONALIZACIÓN ARQUITECTÓNICA,
DEL SUBSUELO DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE ARQUITECTO**

AUTOR: ARIEL MOISÉS MENDIETA GUAMÁN

DIRECTOR: ARQ. JARA ALVEAR JOANNA PRISCILA

CUENCA - ECUADOR

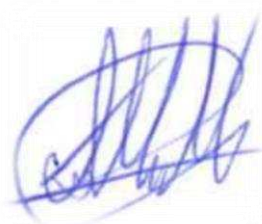
2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Ariel Moisés Mendieta Guamán portador de la cédula de ciudadanía N° 0107297715. Declaro ser el autor de la obra: "Diseño De Espacios Educativos: Refuncionalización Arquitectónica, Del Subsuelo De La Unidad Académica De Ingeniería, Industria Y Construcción", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 20 de febrero de 2024



F:

Ariel Moisés Mendieta Guamán

0107297715

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ariel Moisés Mendieta Guamán, bajo mi supervisión.



Arq. Jara Alvear Joanna Priscila

Nombres y Apellidos del Director

DIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

Quiero dedicar un agradecimiento especial a mi director Jara Alvear Joanna Priscila, quien ha brindado todo su tiempo, conocimientos, experiencia profesional y sobre todo paciencia para que nuestro trabajo de titulación se realice de la mejor manera. A los arquitectos y alumnos de la unidad académica de Ingeniería Industria y Construcción que aportaron en la propuesta a utilizando la metodología Desing Thinking, por su ayuda en la aplicación de las metodologías aplicadas.

DEDICATORIA

Dedico a mis padres, Luis y Lucia, por su apoyo incondicional durante toda mi vida, quienes me han brindado sus consejos y amor, alentándome para conseguir mis objetivos. A mis hermanos Mario, Cristián, Luis y Andrés presentes en todo momento con sus enseñanzas. A mi enamorada Cinthya Estefanía Zhagüi Zhagüi, por su apoyo y cariño sobre todo en los momentos más difíciles. Finalmente, a Dios por ser parte de mi vida y decisiones.

RESUMEN

El análisis del subsuelo de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Católica de Cuenca revela una infraestructura con deficiencias pedagógicas, obsoletas para el siglo XXI. La falta de áreas de socialización, descanso y trabajo colectivo afecta negativamente la experiencia estudiantil. Para abordar estos problemas, se propone un enfoque basado en Design Thinking para interpretar las necesidades de los estudiantes, es decir un enfoque centrado en el usuario que busca resolver problemas a través de la creatividad y la empatía, considerando los aspectos ambientales. La investigación arquitectónica enfatiza la importancia de recopilar las opiniones genuinas de los usuarios y promover el aprendizaje activo. La propuesta arquitectónica busca optimizar el uso del espacio, ofreciendo flexibilidad y eficiencia. Se destaca la viabilidad económica y el bajo impacto ambiental de la solución propuesta. En resumen, el trabajo de titulación tiene como objetivo desarrollar la refuncionalización a nivel de anteproyecto del subsuelo de la Unidad Académica para revitalizar el entorno educativo, priorizando las necesidades de los estudiantes y promoviendo un diseño sustentable y funcional.

Palabras clave: arquitectura educativa, factores ambientales, desing thinking.

ABSTRACT

The analysis of the subsurface of the Academic Department of Engineering, Industry, and Construction of the Catholic University of Cuenca reveals an infrastructure with pedagogical deficiencies that are outdated to the 21st century. The lack of socializing, rest, and collaborative work areas negatively impacts the student experience. In order to address these issues, a Design Thinking approach is proposed to interpret students' needs, i.e., a user-centered approach aimed at solving problems through creativity and empathy, considering environmental factors. Architectural research emphasizes the importance of gathering authentic user feedback and promoting active learning. The architectural proposal aims to optimize space utilization, offering flexibility and efficiency. The economic feasibility and low environmental impact of the proposed solution are highlighted. In summary, the degree work aims to develop the pre-project functionalization of the subsurface area of the Academic Department to revitalize the educational environment, prioritizing students' needs and promoting a sustainable and functional design.

Keywords: education architecture, environmental factors, design thinking



ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
DEDICATORIA	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VII
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABLAS	XV
CAPÍTULO I	- 1 -
1. ARQUITECTURA EDUCATIVA	- 1 -
1.1 FACTORES AMBIENTALES	- 3 -
1.1.1 <i>Sonido</i>	- 3 -
1.1.2 <i>La Luz</i>	- 7 -
1.1.3 <i>El color</i>	- 14 -
1.1.4 <i>Ventilación</i>	- 16 -
1.1.5 <i>Temperatura</i>	- 19 -
1.2 CRITERIOS ESPACIALES	- 22 -
1.2.1 <i>Entorno Fijo</i>	- 22 -
1.2.2 <i>Entorno Semi-fijo</i>	- 25 -
1.2.3 <i>Conexión y flujo</i>	- 28 -
1.2.4 <i>Ergonomía y antropometría</i>	- 29 -
1.3 FACTORES DE ATRACCIÓN AL ESPACIO	- 33 -
1.3.1 <i>La atracción de la naturaleza en el entorno educativo</i>	- 35 -
1.3.2 <i>La atracción de la tecnología en el entorno educativo</i>	- 36 -
1.4 CONCLUSIONES Y ASPECTOS CLAVE EN LA ARQUITECTURA EDUCATIVA	- 37 -
CAPÍTULO II	- 39 -
2. DIAGNÓSTICO Y LEVANTAMIENTO DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	- 39 -
2.1 EXPLORACIÓN MINUCIOSA DE LA UNIDAD ACADÉMICA	- 39 -
2.1.1 <i>Problemática</i>	- 39 -
2.1.2 <i>Ubicación</i>	- 40 -
2.1.3 <i>Delimitación de la Zona de estudio</i>	- 40 -
2.1.4 <i>Planta de Subsuelo N= -3,80m</i>	- 41 -
2.2 DIMENSIONES Y MATERIALES DEL SUBSUELO	- 42 -

2.3	IDENTIFICACIÓN DE PATOLOGÍAS _____	- 43 -
2.4	ANÁLISIS DE ASOLAMIENTO _____	- 46 -
2.5	ANÁLISIS DE TEMPERATURA _____	- 47 -
2.6	ANÁLISIS DE VEGETACIÓN _____	- 47 -
2.7	ANÁLISIS DE VISTAS _____	- 48 -
2.8	ANÁLISIS DE SONIDO DE DB _____	- 49 -
CAPÍTULO III _____		- 58 -
3. IMPLEMENTACIÓN DEL DESING THINKING COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS EDUCATIVOS _____		- 58 -
3.1	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DESING THINKING _____	- 58 -
3.2	IMPLEMENTACIÓN DE LAS FASES DEL DESING THINKING _____	- 60 -
3.2.1	<i>Empatizar</i> _____	- 61 -
3.2.2	<i>Definir</i> _____	- 61 -
3.2.3	<i>Idear</i> _____	- 61 -
3.2.4	<i>Prototipar</i> _____	- 61 -
3.2.5	<i>Testear</i> _____	- 61 -
3.3	EJECUCIÓN DE LA METODOLOGÍA DESING THINKING _____	- 62 -
3.3.1	<i>Empatía</i> _____	- 62 -
3.3.2	<i>Determinar patrones (definir)</i> _____	- 65 -
3.3.3	<i>Desarrollo de ideas (Idealizar)</i> _____	- 70 -
3.3.4	<i>Modelos preliminares (Prototipo)</i> _____	- 76 -
3.3.5	<i>Evaluación del prototipo final (testeo)</i> _____	- 78 -
3.3.6	<i>Resumen de la aplicación de la metodología Desing Thinking</i> _____	- 79 -
CAPÍTULO IV _____		- 80 -
4. PROPUESTA FINAL DE LA REFUNCIONALIZACIÓN ARQUITECTÓNICA, DEL SUBSUELO DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN _		-
80 -		
4.1	CONCEPTO DEL PROYECTO _____	- 80 -
4.2	ESTRATEGIAS DE DISEÑO _____	- 81 -
4.2.1	<i>Iluminación natural</i> _____	- 81 -
4.2.2	<i>Barreras acústicas</i> _____	- 82 -
4.2.3	<i>Paleta cromática</i> _____	- 83 -
4.2.4	<i>Temperatura y Ventilación</i> _____	- 84 -
4.2.5	<i>Distribución espacial</i> _____	- 85 -
4.2.6	<i>Entornos semi-fijo</i> _____	- 86 -
4.2.7	<i>Áreas de conexión en aulas y pasillos</i> _____	- 87 -
4.2.8	<i>Diseño de mobiliario con los conceptos de ergonomia y antropometría</i> _____	- 87 -
4.3	PROGRAMA ARQUITECTÓNICO _____	- 88 -

4.4	ORGANIGRAMA DE CONEXIÓN Y ESPACIOS _____	- 89 -
4.5	ZONIFICACIÓN GENERAL _____	- 91 -
4.5.1	Zonificación del área de cohesión _____	- 92 -
4.5.2	Zonificación del aula S01 _____	- 93 -
4.5.3	Zonificación del aula S02 _____	- 93 -
4.5.4	Zonificación del aula S03_A _____	- 94 -
4.5.5	Zonificación del aula S03_B _____	- 95 -
4.5.6	Zonificación del aula laboratorio _____	- 96 -
4.5.7	Zonificación del área de cohesión _____	- 96 -
4.5.8	Zonificación del área de circulación-vegetación _____	- 96 -
4.6	PLANTA ARQUITECTÓNICA _____	- 97 -
4.6.1	Planta Arquitectónica (Área de cohesión) _____	- 98 -
4.6.2	Planta Arquitectónica (Aula S_01) _____	- 99 -
4.6.3	Planta Arquitectónica (Aula S_02) _____	- 100 -
4.6.4	Planta Arquitectónica (Aula S_03A) _____	- 101 -
4.6.5	Planta Arquitectónica (Aula S_03B) _____	- 102 -
4.6.6	Planta Arquitectónica (Aula S_04 – Área de cohesión) _____	- 103 -
	_____	- 103 -
4.7	ELEVACIONES _____	- 104 -
4.8	SECCIONES EN 2D _____	- 105 -
4.8.1	Sección A-A técnica interior oeste _____	- 106 -
4.8.2	Sección B-B técnica interior oeste _____	- 106 -
4.8.3	Sección C-C técnica interior este _____	- 107 -
4.8.4	Sección D-D técnica interior este _____	- 107 -
4.8.5	Sección E-E técnica interior este _____	- 108 -
4.8.6	Sección 3-3 técnica interior norte _____	- 108 -
4.9	SECCIONES EN 3D _____	- 109 -
4.9.1	Sección A-A 3D interior oeste _____	- 109 -
4.9.2	Sección B-B 3D interior oeste _____	- 109 -
4.9.3	Sección C-C 3D interior este _____	- 110 -
4.9.4	Sección D-D 3D interior este _____	- 110 -
4.9.5	Sección E-E 3D interior este _____	- 111 -
4.10	SECCIONES CONSTRUCTIVAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS _____	- 111 -
4.10.1	Detalle constructivo D1-1 _____	- 112 -
4.10.2	Detalle constructivo D2-2 _____	- 112 -
4.11	PERSPECTIVAS INTERIORES _____	- 113 -
	_____	- 115 -
	CONCLUSIONES _____	- 117 -
	RECOMENDACIONES _____	- 118 -

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Línea de tiempo - arquitectura en la educación de 2.100 a.c hasta xx d.c.</i>	__	- 1 -
<i>Figura 2: Relación entre aspectos pedagógicos de la Bauhaus y espacios prácticos.</i>	_	- 2 -
<i>Figura 3: Escala de hertz con respecto al confort acústico educativo.</i>	_____	- 4 -
<i>Figura 4: Diseño para evitar la propagación del sonido entre habitaciones.</i>	_____	- 4 -
<i>Figura 5: Soluciones constructivas para un adecuado confort acústico.</i>	_____	- 6 -
<i>Figura 6: Soluciones constructivas para un adecuado confort acústico.</i>	_____	- 7 -
<i>Figura 7: Gráfico de estrategias para el uso eficiente de la luz solar.</i>	_____	- 8 -
<i>Figura 8: Gráfico para el cálculo del componente celeste (cc).</i>	_____	- 9 -
<i>Figura 9: Gráfico de representación de la luz diurna (fld).</i>	_____	- 9 -
<i>Figura 10: Características de la luz artificial.</i>	_____	- 12 -
<i>Figura 11: Temperatura correlativa del color.</i>	_____	- 13 -
<i>Figura 12: Sensaciones del color en espacios educativos.</i>	_____	- 15 -
<i>Figura 13: Sensaciones del color en espacios educativos.</i>	_____	- 16 -
<i>Figura 14: Variación de concentración de co2 en diferentes condiciones de ventilación.</i>	_	-
<i>Figura 15: Cálculo del volumen de aire por hora.</i>	_____	- 17 -
<i>Figura 16: Cálculo del volumen del aula.</i>	_____	- 18 -
<i>Figura 17: Cálculo de renovación del aire.</i>	_____	- 18 -
<i>Figura 18: Cálculo de ventanas abiertas.</i>	_____	- 18 -
<i>Figura 19: Cálculo del volumen del aire.</i>	_____	- 18 -
<i>Figura 20: Cálculo de ventanas y puertas abiertas.</i>	_____	- 18 -
<i>Figura 21: Estrategia bioclimática para un mejor confort térmico</i>	_____	- 21 -
<i>Figura 22: Multiespacios en aulas de arquitectura.</i>	_____	- 23 -
<i>Figura 23: Influencia del tamaño de las aulas.</i>	_____	- 23 -
<i>Figura 24: Formas de organizar el aula.</i>	_____	- 25 -
<i>Figura 25: Características del ALCs – aulas de aprendizaje activo.</i>	_____	- 26 -
<i>Figura 26: Patrones asociados en aulas con aprendizaje activo.</i>	_____	- 26 -
<i>Figura 27: Áreas de aprendizaje activo - Escuela stonefields, auckland.</i>	_____	- 27 -
<i>Figura 28: Mobiliario flexible en diferentes niveles educativos.</i>	_____	- 28 -
<i>Figura 29: Parámetros básicos del mobiliario en un aula tipo.</i>	_____	- 30 -
<i>Figura 30: Posiciones de trabajo.</i>	_____	- 31 -
<i>Figura 31: Posturas a partir de los diferentes trabajos</i>	_____	- 31 -
<i>Figura 32: Centros de trabajo y artes manuales.</i>	_____	- 32 -
<i>Figura 33: Ergonomía y antropometría de un espacio de exposición.</i>	_____	- 33 -

17 -

	<i>Figura 34: Atributos de experiencia, directa, indirecta, de espacio y lugar.</i>	_____	- 34 -
	<i>Figura 35: Aplicación de la teoría Biofilia en la Escuela NUS de diseño y Medio Ambiente.</i>	_____	- 36 -
	<i>Figura 36: Ubicación del sitio. Fuente: Autor. ESC: 1:500.</i>	_____	- 40 -
	<i>Figura 37: Delimitación de la zona de estudio.</i>	_____	- 41 -
	<i>Figura 38: Planta del subsuelo de la unidad académica ingeniería, industria y construcción.</i>	_____	- 41 -
	<i>Figura 39: Características de materiales en subsuelo.</i>	_____	- 43 -
	<i>FIGURA 1.40: Características de materiales en subsuelo. Fuente y Elaboración: Autor.</i>	_____	- 44 -
	<i>Figura 1.41: Identificación fotográfica de lesiones patológicas.</i>	_____	- 44 -
	<i>Figura 42: Identificación en planta de lesiones patológicas.</i>	_____	- 46 -
	<i>Figura 43: Análisis de soleamiento. Unidad académica de ingeniería.</i>	_____	- 47 -
	<i>Figura 44: Análisis de temperatura con respecto a colores.</i>	_____	- 47 -
	<i>Figura 45: Identificación de los tipos de vegetación en el subsuelo.</i>	_____	- 48 -
	<i>Figura 46: Identificación de las vistas internas y externas del subsuelo.</i>	_____	- 48 -
	<i>Figura 47: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.</i>	_____	- 49 -
	<i>Figura 48: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.</i>	_____	- 50 -
	<i>Figura 49: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.</i>	_____	- 50 -
	<i>Figura 50: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.</i>	_____	- 51 -
	<i>Figura 51: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.</i>	_____	- 51 -
	<i>Figura 52: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.</i>	_____	- 52 -
	<i>Figura 53: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.</i>	_____	- 52 -
	<i>Figura 54: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.</i>	_____	- 53 -
	<i>Figura 55: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.</i>	_____	- 53 -
	<i>Figura 56: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.</i>	_____	- 54 -
	<i>Figura 57: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.</i>	_____	- 54 -
	<i>Figura 58: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.</i>	_____	- 55 -
	<i>Figura 59: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.</i>	_____	- 55 -
	<i>Figura 60: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.</i>	_____	- 56 -
	<i>Figura 61: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.</i>	_____	- 56 -
	<i>Figura 62: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.</i>	_____	- 57 -
	<i>Figura 63: Esquema de aprendizaje de la metodología desing thinking.</i>	_____	- 58 -
	<i>Figura 64: Cronograma de actividades para la aplicación del desing thinking.</i>	_____	- 60 -
	<i>Figura 65: Marco organizativo de los objetivos, en las etapas del desing thinking.</i>	_____	- 60 -
	<i>Figura 66: Implementación de las fases desing thinking.</i>	_____	- 60 -
	<i>Figura 67: Aprendizaje dinámico con usuarios del subsuelo.</i>	_____	- 62 -
	<i>Figura 68: Exploración creativa por parte de los usuarios para empatizar.</i>	_____	- 63 -
	<i>Figura 69: Socialización de experiencias de los usuarios – ambiente colectivo.</i>	_____	- 63 -
	<i>Figura 70: Tabulación de experiencias de la población.</i>	_____	- 65 -

Figura 71: Diálogo de los usuarios sobre sus experiencias negativas. _____	- 66 -
Figura 72: Tabulación de definición de la población. _____	- 67 -
Figura 73: Patrones de similitud de los problemas. _____	- 69 -
Figura 74: Cuadro sinóptico interactivo de los problemas. _____	- 71 -
Figura 75: Desarrollo del prototipo a partir del producto mínimo viable. _____	- 77 -
Figura 76: Descarte de ideas invalidas para optimizar el proceso de diseño. _____	- 78 -
Figura 77: Estrategia de iluminación natural. _____	- 82 -
Figura 78: Estrategia de barreras acústicas. _____	- 82 -
Figura 79: Estrategia de gama de colores. _____	- 84 -
Figura 80: Estrategia de temperatura y ventilación. _____	- 85 -
Figura 81: Distribución espacial en 2D y 3D del subsuelo de la Unidad Académica. _	- 85 -
Figura 82: Clasificación de los elementos semi-fijos, para el subsuelo de la Unidad Académica. _____	- 86 -
Figura 83: Elementos de conexión “aulas y pasillos”, para el subsuelo de la Unidad Académica. _____	- 87 -
Figura 84: Diseño de mobiliario para el subsuelo de la Unidad Académica. _____	- 87 -
Figura 85: Organigrama general de la planta del subsuelo. _____	- 90 -
Figura 86: Organigrama general de la planta del subsuelo. _____	- 90 -
Figura 87: Zonificación general de la planta del subsuelo. _____	- 91 -
Figura 88: Zonificación del área de cohesión_1. _____	- 92 -
Figura 89: Zonificación del área de cohesión_2. _____	- 92 -
Figura 90: Zonificación del área aula S01. _____	- 93 -
Figura 91: Zonificación del área aula S02. _____	- 94 -
Figura 92: Zonificación del área aula S03_A. _____	- 94 -
Figura 93: Zonificación del área aula S03_B. _____	- 95 -
Figura 94: Zonificación del aula laboratorio. _____	- 96 -
Figura 95: Zonificación del área de cohesión. _____	- 96 -
Figura 96: Zonificación del área de circulación-vegetación. _____	- 96 -
Figura 97: Planta arquitectónica del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 97 -
Figura 98: Planta arquitectónica (área de cohesión) del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. Fuente: Autor. _____	- 98 -
Figura 99: Planta arquitectónica (Aula S_01) del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. Fuente: Autor. _____	- 99 -
Figura 100: Planta arquitectónica (Aula S_02) del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. Fuente: Autor. _____	- 100 -
Figura 101: Planta arquitectónica (Aula S_03A) del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. Fuente: Autor. _____	- 101 -
Figura 102: Planta arquitectónica (Aula S_03B) del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. Fuente: Autor. _____	- 102 -

Figura 103: Planta arquitectónica (Aula S_04 – Área de cohesión) del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. Fuente: Autor. _____	- 103 -
Figura 104: Elevación cromática y técnica interior norte del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 104 -
Figura 105: Elevación cromática y técnica interior sur del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 104 -
Figura 106: Sección A-A cromática y técnica interior oeste del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 105 -
Figura 107: Sección B-B cromática y técnica interior oeste del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 105 -
Figura 108: Sección C-C cromática y técnica interior oeste del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 105 -
Figura 109: Sección D-D cromática y técnica interior oeste del subsuelo de la unidad académica. _____	- 105 -
Figura 110: Sección A-A técnica interior oeste del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 106 -
Figura 111: Sección B-B técnica interior oeste del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 106 -
Figura 112: Sección C-C técnica interior este del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 107 -
Figura 113: Sección D-D técnica interior este del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 107 -
Figura 114: Sección E-E técnica interior este del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 108 -
Figura 115: Sección 3-3 técnica interior este del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 108 -
Figura 116: Sección A-A 3D interior oeste del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 109 -
Figura 117: Sección B-B 3D interior oeste del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 109 -
Figura 118: Sección C-C 3D interior este del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 110 -
Figura 119: Sección D-D 3D interior este del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 110 -
Figura 120: Sección E-E 3D interior este del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 111 -
Figura 121: Sección constructiva A-A y especificaciones técnicas del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 111 -
Figura 122: Detalle constructivo D1-1 y especificaciones técnicas del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 112 -

Figura 123: Detalle constructivo D2-2 y especificaciones técnicas del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción. _____	- 112 -
Figura 124: Perspectiva interior del área de cohesión (ingreso principal). _____	- 113 -
Figura 125: Perspectiva interior del espacio de aprendizaje (Aula S_01). _____	- 113 -
Figura 126: Perspectiva interior del espacio de aprendizaje (Aula S_02). _____	- 114 -
Figura 127: Perspectiva interior del espacio de aprendizaje (Aula S_03a). _____	- 114 -
Figura 128: Perspectiva interior del espacio de aprendizaje (Aula S_03a y S_03b). _____	- 115 -
Figura 129: Perspectiva interior de circulación y vegetación (ingreso). _____	- 115 -
Figura 130: Perspectiva interior – pasillo de circulación _____	- 116 -
Figura 131: Perspectiva interior del área de cohesión (ingreso secundario). _____	- 116 -

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de ruido con respecto al uso habitacional. _____	- 5 -
Tabla 2: Características acústicas de espacios educativos. _____	- 5 -
Tabla 3: Porcentaje de reflexión, absorción, transmisión de materiales con respecto al sonido. _____	- 5 -
Tabla 4: Factores de corrección para coeficiente de reflexión interna. _____	- 10 -
Tabla 1.5: Factores de corrección para coeficiente de reflexión interna. _____	- 10 -
Tabla 6: Factores de reflexión de paredes. _____	- 11 -
Tabla 7: Niveles de iluminación para espacios educativos. _____	- 11 -
Tabla 8: Aspectos positivos y negativos de las principales lámparas. _____	- 13 -
Tabla 9: Líneas investigativas del color en la educación. _____	- 14 -
Tabla 10: Influencias del color en ambientes educativos. _____	- 15 -
Tabla 11: Relación entre actividades y su temperatura gastada. _____	- 19 -
Tabla 12: Aspectos para llegar a tener un confort térmico en espacios educativos. _	- 20 -
Tabla 13: Aspectos para llegar a tener un confort térmico en espacios educativos. __	- 21 -
Tabla 14: Factores para áreas de estudio y aprendizaje. _____	- 22 -
Tabla 15: Objetos en un entorno fijo de arquitectura. _____	- 24 -
Tabla 16: Medidas del asiento de trabajo. _____	- 32 -
Tabla 17: Estrategias de diseño bioclimático. _____	- 34 -
Tabla 18: Aspectos claves de la naturaleza en la educación. _____	- 35 -
Tabla 19: Tabla resumen de la arquitectura educativa. _____	- 38 -
Tabla 20: Espacios educativos del subsuelo. Fuente y Elaboración. _____	- 42 -
Tabla 21: Identificación de materiales en subsuelo. _____	- 42 -
Tabla 22: Porcentaje de reflexión, absorción, transmisión de materiales con respecto al sonido. _____	- 44 -
Tabla 23: Factores de corrección para coeficiente de reflexión interna. _____	- 45 -
Tabla 24: Tabla resumen de patologías. _____	- 46 -
Tabla 25: Muestra inicial para recopilación de datos cualitativos. _____	- 59 -
Tabla 26: Población de septiembre 2022 – febrero 2023. _____	- 64 -
Tabla 27: Definición de los problemas, con la metodología Golden Circle. _____	- 68 -
Tabla 28: Problemas derivados de los factores ambientales. _____	- 69 -
Tabla 29: Problemas derivados de los factores de movilidad. _____	- 70 -
Tabla 30: Problemas derivados de los factores de organización. _____	- 70 -
Tabla 31: Problemas derivados de los factores espaciales. _____	- 70 -
Tabla 32: Ideas en función a los problemas relacionados con los factores ambientales.-	72
Tabla 33: Ideas en función a los problemas relacionados con los factores de movilidad. _	-
Tabla 34: Ideas en función a los problemas relacionados con los factores de organización. _____	- 74 -

Tabla 35: Ideas en función a los problemas relacionados con los criterios espaciales.-	74
Tabla 36: Tabla resumen de las ideas en función a los problemas.	75
Tabla 37: Resultados de la aplicación de la metodología Desing Thinking.	79
Tabla 38: Programa arquitectónico del subsuelo de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción.	89
Tabla 39: Medidas de los espacios en la zonificación.	91
Fuente: Autor. Tabla 40: Medidas del área de cohesión.	92
Tabla 41: Medidas del área aula S01.	93
Tabla 42: Medidas del área aula S02.	94
Tabla 43: Medidas del área aula S03_A.	95
Tabla 44: Medidas del área aula S03_B.	95

CAPÍTULO I

1. ARQUITECTURA EDUCATIVA

En diferentes períodos históricos, las civilizaciones han desarrollado diversas modalidades educativas, cada una de ellas asociada a su correspondiente entorno de enseñanza, como las Escuelas de Mesopotamia: también conocidas como "Edubba", las únicas personas que tenía acceso a esta educación eran familias adineradas, estos espacios se ubicaban en los templos, generalmente se estudiaba la escritura, con el fin de generar criterios pedagógicos para futuras generaciones (Manetti y Humberto., 2013). La antigua Grecia se destacó como otra civilización notable en el ámbito educativo, su sistema de educación fue liderada por Platón que parte en el siglo IV a.C era enfocada en el aprendizaje filosófico y científico, su configuración espacial contiene los siguientes elementos arquitectónicos como: pórtico de entrada que distinguían al espacio de educación de los otros, la ágora como un espacio de discusión entre maestros y estudiantes al aire libre y consta de un espacio interior central para la discusión equipadas con asientos (Torrecilla, 2003).

La arquitectura como la educación parten de ideas pedagógicas y epistemológicas dictadas por la sociedad, dejando atrás antiguos conceptos como la escuela convencional y la configuración clásica de la infraestructura educativa que se daba en el siglo XVIII, a partir de las clases sociales (Barrán, 2006). En el siglo XIX, la educación se convirtió en un pilar fundamental para el aprendizaje de los niños, sin embargo, se tenía pocos modelos de relación entre arquitectura y pedagogía. Hermann Hertzberger plantea por primera vez un sistema flexible y adaptable, mediante pasillos o calles de aprendizaje (Urda, 2017). A finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, se entendió que la infraestructura educativa es un entorno físico que se relaciona con fenómenos socio-culturales, por ende, se tiene la libertad de generar espacios que exploran nuevas sensaciones espaciales que a la vez que surgen en formas de cohesión social y que permite la relación de los usuarios con el exterior (Potes et al., 2009). Los períodos analizados cuentan con exponentes, elementos espaciales y arquitectónicos, mediante la línea de tiempo permite expresar los avances de las sociedades con respecto a la educación, la pedagogía y la sociedad (Figura 1).

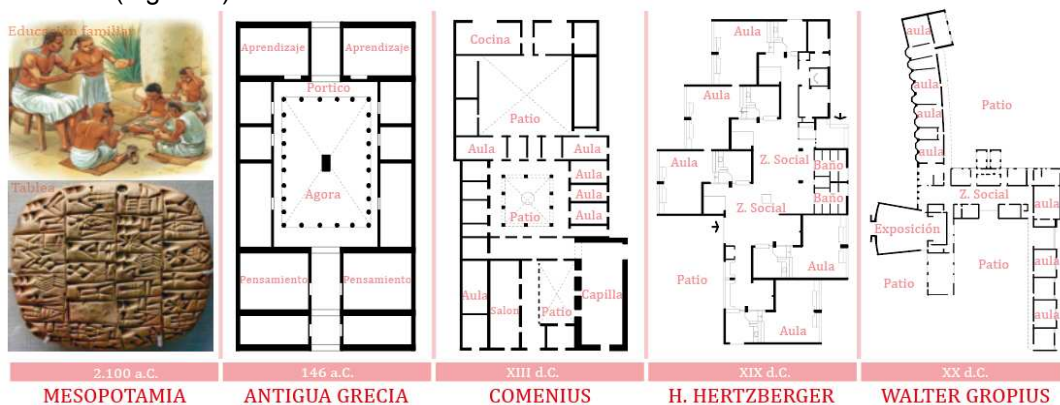


Figura 1: Línea de tiempo - arquitectura en la educación de 2.100 a.c hasta xx d.c.

Fuente: Potes, 2009; Barrán, 2006; Urda, 2017; Manenti, 2013; Torrecilla, 2003.

En la actualidad el mecanismo de enseñanza dentro de un espacio virtual o simbólico de aprendizaje va mutando para convertirse en aulas personalizadas que funge como un ambiente alternativo, especializado en la comodidad, en la salud integral con el usuario a partir del diseño del espacio, la calidad del aire, espacios ergonómicos, además de aspectos tecnológicos que pueden mejorar las características ya mencionadas (Ronald, 2006). Para comprender mejor el nuevo mecanismo de enseñanza me remito al texto de Calvo “10 PRINCIPIOS FOR AN INNOVATIVE MODEL FOR THE 21st CENTURY UNIVERSITY: THE «EDUCATIONAL CAMPUS»”, en donde explica que la formación del ser humano debe estar basada en la educación global integral abarcando campos de aprendizaje que permita al estudiante solucionar situaciones reales mediante un ambiente que facilite su formación (Campos calvo, 2010).

Gutiérrez Paz (2009) afirma que la arquitectura educativa es la conformación de espacios físicos que reflejan el modelo pedagógico que se aplica en la institución, esto cobra mayor importancia en el aula de clase, ya que es el lugar donde se lleva a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje. El espacio educativo no es un escenario neutral para la formación y el desarrollo, al contrario, es el medio por el cual se adquiere nuevas ideologías para potenciar el aprendizaje posterior en el usuario. (Genís-Vinyals et al., 2019) recalca que los pedagogos intentan cambiar el paradigma tradicional de aulas, en donde el área privada de enseñanza es dirigida por el docente en la zona predominante del salón, de igual manera el área pública del estudiante como los patios de recreo tienen la función de ser un ambiente de control y supervisión, es decir, representa una concepción de la educación en la que el papel del maestro es activo y el del estudiante es pasivo. Acaso (2012) propone eliminar el paradigma tradicional a partir en la reconfiguración del aula con el fin de fomentar la creatividad, la colaboración y la experimentación, involucrando a los estudiantes en el diseño aportando sus ideas y necesidades. El concepto de Acaso se refleja en la pedagogía adaptada por la Bauhaus, principalmente relacionando el desarrollo industrial con el aprendizaje real y práctico que se aplicó a la escuela de Weimar a Dessau en 1926, la cual refleja la primera configuración espacial de los conceptos aplicados en la actualidad (Figura 2).

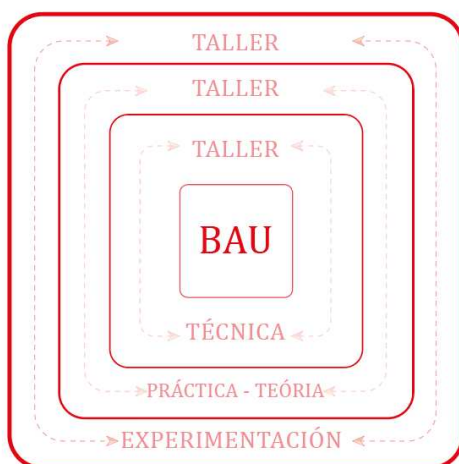


Figura 2: Relación entre aspectos pedagógicos de la Bauhaus y espacios prácticos.

Fuente: Vinyals, 2019.

Para complementar el concepto de los espacios prácticos de la Bauhaus el autor Puente (2019) menciona los requerimientos para el diseño del espacio con uso determinado, los cuales son: garantizar la seguridad, comodidad y eficiencia de los estudiantes y el personal educativo, según las normas que establecen las directrices mínimas para el diseño. La UNESCO en el 2005, redacta que el primer enfoque que se debe de tener para el desarrollo de nuevos espacios educativos es la sustentabilidad integrando principios y prácticas en la educación y el aprendizaje (UNESCO, 2006), este enfoque reconoce la interrelación entre el ambiente físico y el proceso educativo considerando los factores ambientales como pilares fundamentales en la creación de entornos propicios para el aprendizaje.

1.1 Factores ambientales

El ser humano reacciona a factores naturales como; temperatura, sonido, luz, color, entre otros, al satisfacer estas características, se generan ambientes con bienestar y confort, que permiten un mejor aprendizaje cumpliendo las necesidades humanas generadas por el medio ambiente. A continuación, se recopila las características, su método de medición, normativa y aplicación en espacios educativos.

1.1.1 Sonido

Serra & Coch (2004) expresa que el sonido está compuesto por el movimiento vibratorio del aire o de un medio elástico. Según la Real Academia Española (RAE), la palabra 'Sonido' se define como "forma de energía que se transmite en forma de ondas y puede originarse a partir de diversas fuentes, como instrumentos musicales, la voz humana o fenómenos naturales". (Figura 3) se muestra el espectro vibrátil con respecto a los tipos de frecuencias emitidas, con la finalidad de indicar los rangos de hertz (Hz) óptimos para el confort acústico del humano (Serra & Coch, 2004).

López (2016) especifica que en el aula o en cualquier espacio de aprendizaje, se pretende controlar o utilizar a favor aspectos como el sonido que tiene relación directa con el aprendizaje, ya que es el medio por el que nos comunicamos, el espacio debe de tener una adecuada acústica evitando reverberaciones en el espacio físico, es primordial generar áreas con ausencia de ruido exterior, en el estudio de (Helft, 1979) demostraron que niños con menor exposición al ruido, tenía más concentración y reconocimiento visual. Greenland y Shield (2011) mencionaron criterios de diseño acústico para diferentes espacios de aprendizaje, para aulas la resonancia del sonido debe de ser 0,6 segundos, el aislamiento con el exterior y entre aulas debe de ser de 45 db, en una sala de exposición o conferencia la resonancia del sonido debe de ser de 1,2 segundos y el aislamiento debe de ser de 50 db. En la actualidad se puede medir los decibeles a través de aparatos focalizados como: Tadelto, Housiwill, EECOO o mediante apps como: Lazmin, Sound Meter, Sonómetro, NIOSH, Decibel X, Noise Meter, entre otras.



Figura 3: Escala de hertz con respecto al confort acústico educativo.

Fuente: Mastroizzi, 2004.

Ecuador no dispone de una norma regulatoria o reglamento para acústica en espacios arquitectónicos interiores, sin embargo, existen normativas internacionales como “The noise Rating (NR) Curve” utilizada en Europa y la “The noise Criteria (NC)” utilizada en Estados Unidos y Canadá. A partir de estas se generaron regulaciones en países aledaños a Ecuador como Chile y México. En la NORMA CHILENA NCH 352. OF 1961; se establece tipos de ruidos con respecto al uso habitacional (Tabla 1.1) y de forma general se menciona los métodos de ensayo que se deben realizar de manera in situ. En función a la norma chilena y a la norma Building Bulletin (BB93) de Inglaterra y Gales, Ipinza (2013) caracteriza los niveles de ruido de espacios interiores educativos con respecto al ruido acumulado en un periodo (Laeq) medido en dBA, también la reverberación optima medida en segundos (To), el ruido de la actividad realizada (RA), el sonido tolerable en el espacio (ST) y el volumen del espacio (Vm³) (Tabla 2). Al conocer las características acústicas de los espacios educativos, se desarrolla una aproximación al diseño para evitar la propagación del sonido entre habitaciones (Figura 4), las cuales se plantean a partir de ejes relacionados con el sitio emplazado y la capacidad del control del ruido.

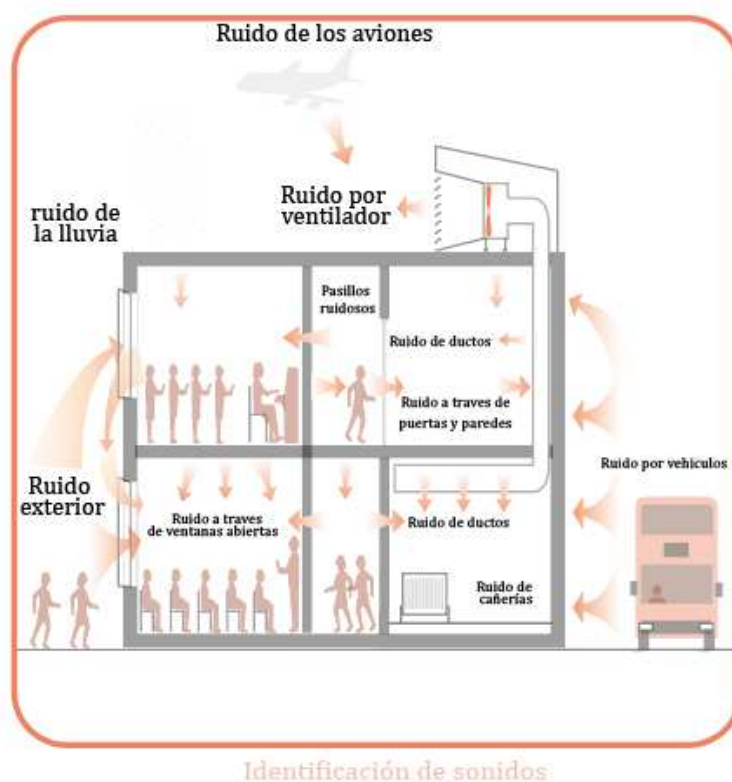


Figura 4: Diseño para evitar la propagación del sonido entre habitaciones.

Fuente: building bulletin (bb93).

Tabla 1: Tipos de ruido con respecto al uso habitacional.

Parámetro	TIPOS DE RUIDO
A	Ruido proveniente del medio ambiente exterior aéreo
B	Ruido proveniente de construcción contiguas
C	Ruido proveniente de instalaciones sanitarias y mecánicas externas a la vivienda que se evalúa
D	Ruido proveniente de áreas comunes

Tabla 2: Características acústicas de espacios educativos.

Tipo	L _{Aeq}	T ₀	RA	ST	V(m ³)
Espacios de circulación	55	0,8	medio	bajo	1372
Aulas de enseñanza general	35	0,6	promedio	bajo	206
Áreas didácticas	40	0,8	promedio	medio	259,9
Taller de tecnología	40	0,8	alto	alto	262,4
Taller de artes	40	0,8	alto	medio	262,4
Área de recursos de diseño	40	0,6	promedio	medio	262,4

Fuente: Ipinza, 2013; building bulletin (bb93).

El confort acústico en un aula de clases, se debe a partir de materiales con un alto coeficiente de absorción, además, que tenga una adecuada reverberación y eliminación de ecos, para el acondicionamiento del espacio físico construido se recomienda materiales con reductores de sonido hacia el exterior, superficies que cumplan la función de rebotar el sonido y distribuidores acústicos (García, 2016). Kundsén (1978) recalca que la reverberación, la captación y la transmisión, son aspectos que tienen relación con la superficie en un espacio de aprendizaje, los tres factores son de suma importancia para el adecuado diseño y un óptimo control acústico. La reverberación o reflexión, es el tiempo que transcurre después de haber generado un ruido hasta que el nivel sonoro sea menor a 60 dB (Fernández, 2016). La captación o absorción del sonido hace referencia a la dispersión del sonido en un espacio por medio de las paredes o elementos que choquen con las ondas sonoras, también denominado sonido reflejado que es totalmente proporcional al material empleado (Elescano, 2021). Para finalizar, la transmisión es la disminución de energía sonora generada por el usuario, mobiliario y el espacio compuesto por elementos arquitectónicos, los cuales pueden ser de materiales rígidos y porosos (Medina, 2009).

Tabla 3: Porcentaje de reflexión, absorción, transmisión de materiales con respecto al sonido.

Material	Reflexión	Absorción	Transmisión
Metal pulido	0%	1%	99%
Vidrio	4%	6%	90%
Madera	5%	20%	75%
Hormigón	10%	40%	50%
Aluminio mate	20%	30%	50%
Goma	0%	99%	1%
Plástico	0%	95%	5%
Lana	30%	70%	0%
Agua	0%	99%	1%
Cerámica	15%	35%	60%

Fuente: Medina, 2009; Elescano, 2021; Fernández, 2016.

(Tabla 3) Detalla el porcentaje de diferentes materiales con respecto a la reverberación, la captación y la transmisión, los valores son aproximados y pueden variar dependiendo de las propiedades específicas del material y las condiciones particulares del entorno.

Al conocer y entender las funciones primordiales de los materiales relacionados directamente con el sonido, se analiza diferentes detalles constructivos enfocados en un entorno similar al sub suelo de la facultad, es decir un espacio educativo ya construido, con la finalidad de entender el rol funcional que tiene para generar un ideal confort acústico. Se clasifica en dos tipos: verticales (Figura 5) y horizontales (Figura 6) que permite la absorción de las ondas sonoras, los elementos arquitectónicos predominantes en superficies horizontales son: elementos suspendidos de la losa. Avilés y Perera (2017), menciona que la superficie de absorción parte de dos factores proporcionales entre sí, el material con característica de captación que se relaciona con las dimensiones del objeto. En superficies verticales, Mastroizzi (2004), menciona que en muros interiores es primordial utilizar materiales de alta densidad como: hormigón a partir del 100mm, lana de roca, cámara de aire a partir del 40mm, con el fin de reducir el sonido de 90 dB que tienen pasillos o áreas comunes los cuales dan a espacios de aprendizaje.

En la (Figura 1.5) se clasifica la mampostería en cuatro tipos; 1 se enfoca principalmente en absorber el sonido aéreo por la masa de la superficie del muro, tipo 2 depende de la masa por el número de hojas y de la medida de la cámara de aire, sin embargo, el aislamiento es menor por la cantidad de conexiones, tipo 3 se foca en captar el sonido a partir de los paneles independientes, tipo 4 depende del aislamiento del marco y del aporte del material (resistance to sound isbn 978, 2010).

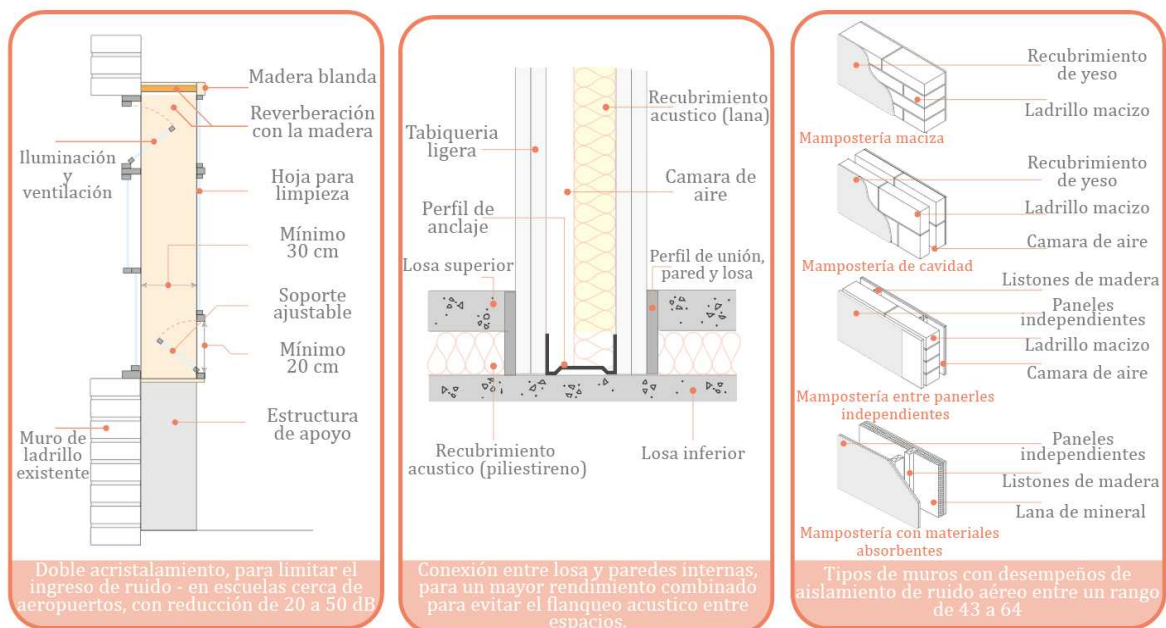


Figura 5: Soluciones constructivas para un adecuado confort acústico.

Fuente: Building bulletin (bb93); resistance to sound isbn 978.

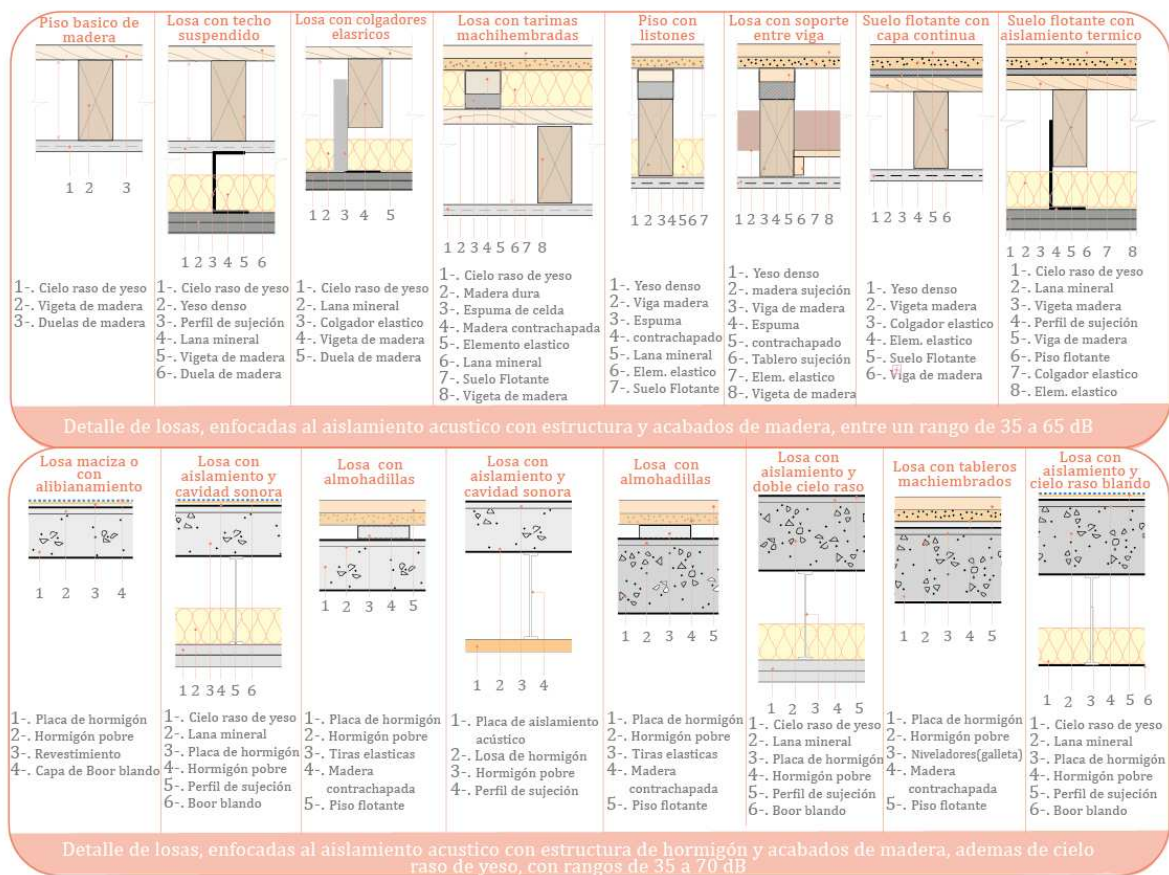


Figura 6: Soluciones constructivas para un adecuado confort acústico.

Fuente: Building bulletin (bb93); resistance to sound isbn 978.

1.1.2 La Luz

Es de suma importancia la influencia de la luz en el medio ambiente para la percepción y captación de información dentro de un espacio arquitectónico, ya que mejora el rendimiento de los usuarios (López, 2016). La iluminación en espacios de aprendizaje puede ser natural o artificial.

a. Iluminación Natural

La iluminación natural diurna, es principalmente generada por el sol, la misma tiene factores climáticos que hacen que la cantidad de luz no sea continua, sino al contrario sea constantemente variante, dependiendo de la hora, estación, latitud, orientación y topografía (Oteiza, 2012), también se clasifica en: directa, difusa y reflejada. La elección más apropiada para iluminar espacios de aprendizaje es la luz difusa. Este tipo de iluminación se caracteriza por dispersar la luz en todas las direcciones, creando ambientes homogéneos que son sinónimo de espacios confortables y relajantes. La dispersión uniforme de la luz contribuye a una distribución equitativa en el entorno, promoviendo así condiciones ideales para el aprendizaje al minimizar sombras y contrastes abruptos, en la (Figura 7) se explica las estrategias para tener una dispersión uniforme en espacios de aprendizaje, priorizando la luz directa y evitando el bloqueo de la luz con elementos no mayores a 1.20m de altura.

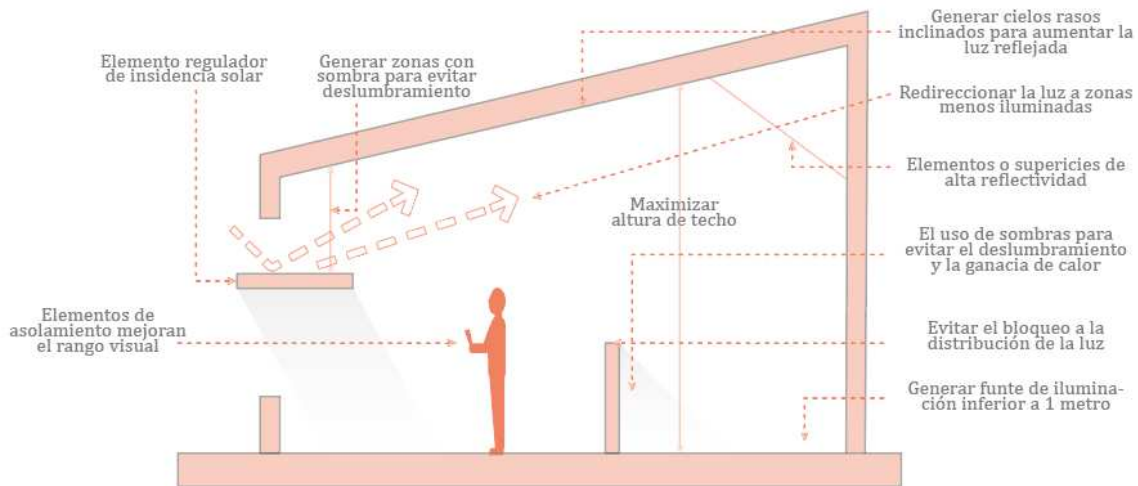


Figura 7: Gráfico de estrategias para el uso eficiente de la luz solar.

Fuente: Sosa, 2016.

Orozco (2004), señala que el confort visual en un aula escolar debe de ser calculado por el flujo solar que incide en las superficies a esto se conoce como (Lux), cual es la unidad de medida de la iluminación. Para que sea confortable un aula escolar debe de tener entre 300 a 400 lux, según la CIE (Comisión Internacional de Iluminación) el área de aprendizaje en relación a la ventana o apertura de iluminación no debe estar colocada a una distancia mayor a seis metros debido a que se genera deslumbramiento en el entorno iluminado. Muñoz (2010), menciona elementos arquitectónicos fijos, los cuales son fabricados in situ que permiten controlar la luz natural, mediante: parte luces, parasoles, pantallas solares, domos, fachadas de doble piel. También menciona elementos semifijos, que se colocan cuando el espacio físico se encuentra construido, estos son: persianas, toldos. Es fundamental mencionar que en espacios construidos se tome en cuenta los siguientes aspectos: la cantidad y homogeneidad de luxes existentes, la reflexión de la luz en elementos arquitectónicos y sus materiales. Muñoz desarrolla una guía de indicadores basado en el método de Evans de 1986, respecto a la iluminación natural convirtiendo factores cualitativos en cuantitativos a partir de parámetros mensurables e interactivos de forma sencilla sin utilización de elementos de medición.

Como primer apartado es el cálculo de luxes a partir de la siguiente formula, su uso principalmente es de espacios de aprendizaje ya construidos:

$$(CC+CRE+CRI) \times FCV \times FCM \times FM = FDP$$

En la cual:

CC es componente celeste.

FCV es factor de corrección del vidrio.

CRE es componente de reflexión exterior.

FCM es factor de corrección del marco.

CRI es componente de reflexión interior.

FM es factor de mantenimiento

FDP es factor de luz diurna en un punto.

Para calcular el componente celeste (CC) y el componente de reflexión externa (CRE) se debe tener los planos del espacio y su contexto, se definen varios puntos para el cálculo, una vez definido se debe trazar un eje perpendicular a su plano transversal con el cual se va obtener el

ángulo de inclinación con respecto al vano de la ventana, este criterio se debe utilizar en planta y sección, en la (Figura 8) se explica gráficamente el cálculo de la incidencia solar.

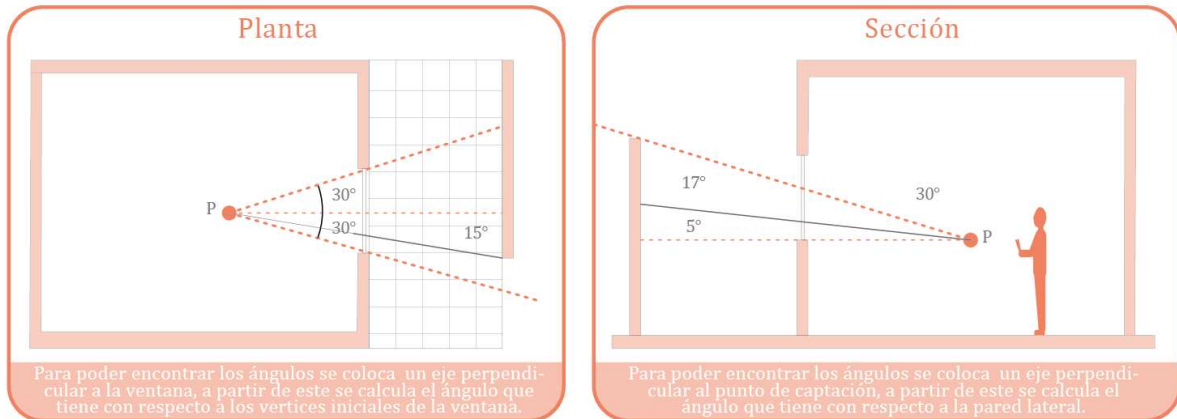


Figura 8: Gráfico para el cálculo del componente celeste (cc).

Fuente: Muñoz, 2010.

Luego de haber obtenido los ángulos de incidencia solar, se grafican en la matriz de Evans (Figura 9) para poder analizar la visualización de la distribución espacial de la luz con relación a las aberturas. El gráfico está compuesto por los ángulos de incidencia solar con incremento constante de 10° y los ángulos de visión en una serie de líneas curvas que son los segmentos angulares correspondientes a los límites del vano o ventana, además cada punto graficado corresponde al 0.05% de luz diurna. Para graficar los ángulos en planta, se proyecta a partir del valor cero del eje X inferior, siendo este valor el eje de referencia para colocar los ángulos respectivos, para colocar el ángulo sacado en la sección se lo hace en el eje Y de la gráfica. Siguiendo la misma metodología se grafican los ángulos respecto a los elementos o edificaciones que impiden la incidencia de luz solar. Luego de graficar todos los ángulos obtenidos en los planos se procede a cerrar el polígono de incidencia solar, para finalizar multiplicando los valores por 0.05% que corresponde al valor solar, teniendo como resultado el componente celeste (Gonzalo, 2019).

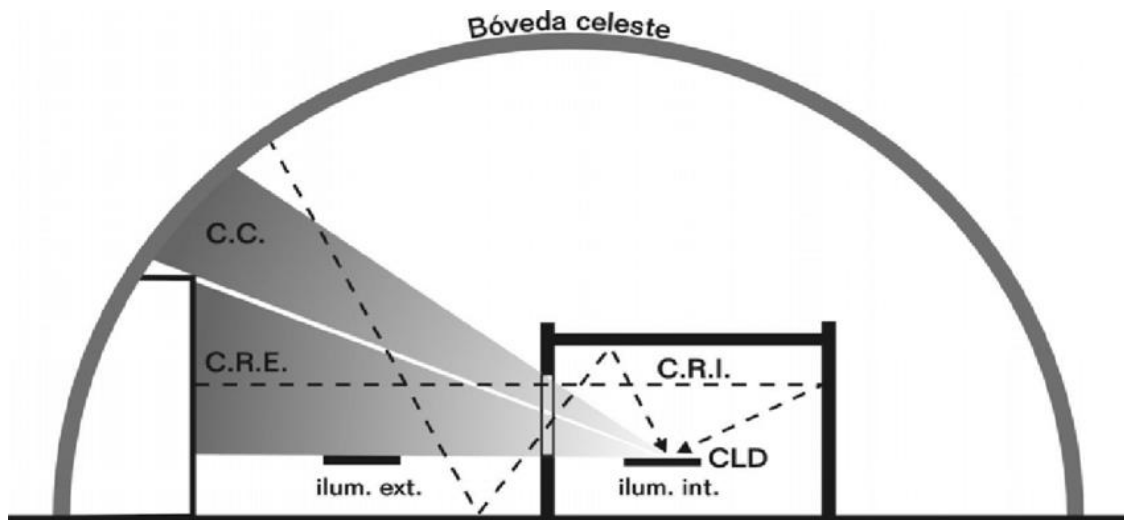


Figura 9: Gráfico de representación de la luz diurna (fld).

Fuente: Gonzalo, 2019.

Tabla 4: Factores de corrección para coeficiente de reflexión interna.

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA COEFICIENTE DE REFLECCIÓN INTERNA					
Factores de reflexión de paredes					
		20%	40%	60%	80%
Tamaño de habitación	3.5 x 3.5 aplox	1.0	1.0	1.0	1.0
	7.0 x 7.0 aplox	1.7	1.4	1.25	1.1
	10 x 10 aplox	2.4	1.7	1.25	1.0
Factor de reflexión del cielorraso	80% yeso liso	1.1	1.1	1.1	1.1
	70% yeso textura	1.0	1.0	1.0	1.0
	60% solo yeso	0.9	0.9	0.9	0.9
	50% fibrocemento	0.8	0.8	0.8	0.8
	40% cemento blanco	0.7	0.7	0.7	0.7
Coefficiente de reflexión	Mínimo	1.0	1.0	1.0	1.0
	Promedio	1.8	1.4	1.3	1.3
Obstrucción externa θ desde el horizonte en el antepecho	0°	1.14	1.16	1.18	1.22
	10°	1.11	1.14	1.15	1.17
	20°	1.0	1.0	1.0	1.0
	30°	0.9	0.85	0.8	0.75
	40°	0.8	0.77	0.75	0.65
	50°	0.65	0.63	0.57	0.50
Factor de mantenimiento	Superficie nuevas	1.0	1.0	1.0	1.0
	Superficie viejas	0.9	0.9	0.9	0.9

Fuente: Muñoz, 2010.

Con la (Tabla 1.5) disponemos el valor para la corrección de iluminación natural según el tipo de ventana que se tenga en el espacio físico construido.

Tabla 1.5: Factores de corrección para coeficiente de reflexión interna.

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA ILUMINACIÓN NATURAL				
Ventanas	Sin vidrio	1.10	a	1.20
	Un vidrio		1.00	
	Doble vidrio		0.90	
	Vidrio esmerilados	0.90	a	1.00
	Mosquitero	0.60	a	0.80
	Mosquitero	0.90	a	0.95

Fuente: Muñoz, 2010.

Para obtener los factores de corrección del vidrio, para corrección de marcos (FCM) y para la corrección de mantenimiento, es necesario realizar un análisis detallado y preciso que involucre diversos parámetros y consideraciones específicas. Este proceso implica la evaluación de las propiedades físicas y ópticas del vidrio, así como la identificación de los elementos que influyen en la corrección de marcos y el mantenimiento ver (Tabla 6). La obtención de estos factores de corrección requiere la aplicación de métodos especializados, teniendo en cuenta variables como el tipo de vidrio utilizado.

Tabla 6: Factores de reflexión de paredes.

FACTOR DE REFLEXIÓN DE PAREDES					
Material	Coefficiente	Pinturas	Claro	Medio	Oscuro
Ladrillo visto	30%	Blanca esmalte	—	85%	—
Revoque claro	40%	Blanca	—	80%	—
Revoque oscuro	30%	Crema	—	60%	—
Revoque medio liso	20%	Amarilla	70%	50%	30%
Revoque medio rugoso	30%	Belge	65%	45%	25%
Madera clara	45%	Naranja	60%	40%	25%
Pino	40%	Gris	55%	35%	25%
Madera oscura	20%	Verde	60%	30%	15%
Caoba	10%	Negro	—	5%	—
Azulejos blancos brillante	80%	Azul	60%	25%	10%
Acero inoxidable	35%	Rojo	35%	20%	10%

Fuente: Muñoz, 2010.

Para verificar el valor de la luz diurna en un punto en el espacio educativo, nos basamos (Tabla 7).

Tabla 7: Niveles de iluminación para espacios educativos.

Clases de espacios educativos	Iluminación media de los LUX		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, almacenes y archivos	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Visuales limitados	200	300	500
Visuales normales	500	750	1000
Visuales especiales	1000	1500	2000
Grandes oficinas	500	750	1000

Fuente: Muñoz, 2010; sociedad americana de iluminación, 1968.

En cuanto a normativa regulatoria con respecto a la luz natural en Ecuador existe la Ley de Eficiencia Energética del Ecuador, en el caso de los espacios educativos, recomienda incluir la iluminación natural para minimizar el consumo energético, con respecto a ventanas o aberturas se recomienda que un 1/8 de la superficie sea planificada para la colocar vanos y que el valor sea igual al ancho mayor de la habitación multiplicado por 0.55.

Como conclusión del apartado de iluminación natural, es de relevancia generar un confort visual para los usuarios a partir del método de Evans de 1986, a la par contar con los criterios lumínicos y espaciales para crear un objeto arquitectónico idóneo que parten de criterios e información analizada.

b. Iluminación artificial

A finales del siglo XX se estudió las ventajas y desventajas de la luz artificial, Dunne (1989) concluyó que la luz fluorescente afecta la capacidad de los estudiantes para desarrollar el máximo potencial académico, Dunne menciona que la exposición a luz artificial en jornadas mayores a 4 horas genera respuestas fotoquímicas al ser humano, que a largo plazo resultan en efectos físicos y mentales. Sin embargo, Hathaway (1995) en su artículo "Effects of school lighting on physical and school performance" analiza los efectos de la exposición de diferentes luces a estudiantes de primaria, llegando a la conclusión que en los espacios de aprendizaje se debe de tener una iluminación uniforme, también la iluminación artificial debe ser entre 300 a 500 lux de luz, de color blanco o neutro, ya que estos tonos proporcionan una luz más natural y ayuda a mantener un ambiente de aprendizaje óptimo. Mott, Robinson & Rutherford (2012) mencionan que la luz artificial cuenta con dos características primordiales; el tipo de iluminación de la luz medido en "LUX" y la temperatura medida en "KELVIN" el cual va en dos rangos cálido y frío (Figura 10).

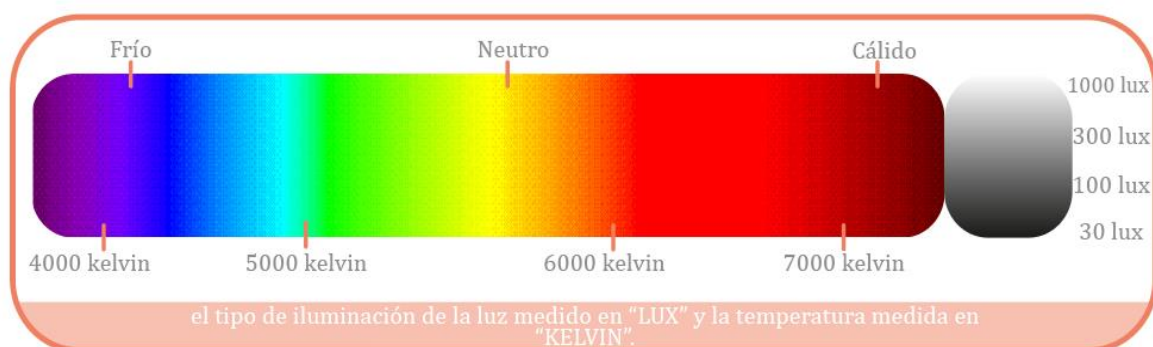


Figura 10: Características de la luz artificial.

Fuente: Mott, Robinson & Rutherford, 2012.

Hay tres tipos de iluminación artificial; la incandescente, es un filamento de tungsteno el cual se calienta a altas temperaturas, emitiendo una luz cálida y amarilla, además de generar luz puede llegar a temperaturas de 3000°C, en el mercado se encuentran lámparas halógenas (Castilla, 2015). La descarga en gas, según el artículo "Espectro de emisión" tiene aplicación en iluminación fluorescente y de neón, debido a su diferencia de gases generando características de color y eficiencia lumínica, su energía es en forma de radiación ultravioleta, el tipo de lámparas que se puede encontrar en el mercado son: tubos fluorescentes con halógenos metálicos fluorescentes de espectro continuo (FSFL), fluorescentes planco frío (WWFL), fluorescentes planco cálido (CWFL), fluorescentes blanco cálido filtrado (FCWFL). Para finalizar la iluminación LED genera luz a partir de los 3 a 12 voltios, se distingue de las energías tradicional por su reflejo unidireccional, un tamaño reducido y una intensidad lumínica elevada. Castilla (2015) presenta una lista exhaustiva que enumera detalladamente los aspectos positivos y negativos asociados con cada opción, con el propósito de facilitar la toma de decisiones al compararlas (Tabla 8).

Tabla 8: Aspectos positivos y negativos de las principales lámparas.

ASPECTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS DE TIPOS DE LAMPARAS						
	LED	Vapor de sodio A.P	Vapor de sodio B.P	Halogenuros metálicos	Tubos fluorescentes	Incandescentes
A. positivos	-Eficacia luminosa -Buena cromática -Bajo consumo -50.000 horas	-Eficacia luminosa -Larga duración -Bajo consumo -20.000 horas	-Eficacia luminosa -Larga duración -Bajo consumo -Reencendido instantáneo	-Eficacia luminosa -Larga duración -Variedad de potencias -Vida de 10.000 horas	-Eficacia luminosa -Duración media -Bajo coste -Mínima emisión de calor - vida 7000 horas	-Elevada intensidad - Facilidad de instalación -Bajo coste -Encendido instantáneo - Control de haz luminoso
A. negativos	-Subidas de tensión -Poca resistencia termica	-mala producción cromática -Sensibilidad a sobre-tensión	-mala producción cromática -Sensibilidad a subten-ciones	-Flujo luminoso no instantáneo -Poca estabilidad de color - Apariencia en color de reposición	-Variación de flujo luminoso -Coste de adquisición - Corta vida, encendidos	-Reducida eficacia -Corta duración - Vida de 2000 horas - Elavada emisión de calor
Uso	-Uso interior y exterior	-Alumbrado interior industrial -Alumbrado exterior	-En alumbrado de tuneles	-En alumbrado deportivo - Grandes alturas para iluminación general	- En alumbrado interior - Iluminación general	- En alumbrado interior - Focalización de espacios

Fuente: Castilla, 2015

El desarrollo de nuevas investigaciones y conceptos tienen el objetivo de mejorar el confort del usuario en espacios de aprendizaje, existen varios métodos de iluminación, sin embargo, para seguir con la misma línea de investigación, se recalcan tres: lámparas fluorescentes contemporáneas, iluminación variables e iluminación LED. Govén (2010) estudia los efectos positivos de la luz por encima de los 500 lux, mejorando aspectos de lectura, escritura y concentración, Smolders (2012) explica que los métodos de iluminación más recientes que caen dentro del nivel de 500 lux tienen el efecto de incrementar la energía y la atención del usuario, el estudio se realizó utilizando tanto lámparas LED como fluorescentes. Yan, Lee, Guan y Liu (2012) realizan un artículo denominado “Evaluation Index Study of Students’ Physiological Rhythm Effects under Fluorescent Lamp and LED” el experimento fue realizado en dos aulas de la Facultad de Arquitectura y Planificación Urbana de la Universidad de Chongqing en China, con la finalidad de ver la diferencia entre la iluminación LED y Fluorescente en estudiantes de 18 a 22 años, concluyendo que la luz principal debe de ser de 4000k y como máximo 6500k, la única diferencia que se observó es que la luz LED tiene un mayor espectro saludable a partir de la cuarta hora de exposición. Para finalizar, es fundamental conocer la consecuencias o efectos que tiene el color de la luz artificial en el usuario con respecto a espacios educativos (Figura 11).

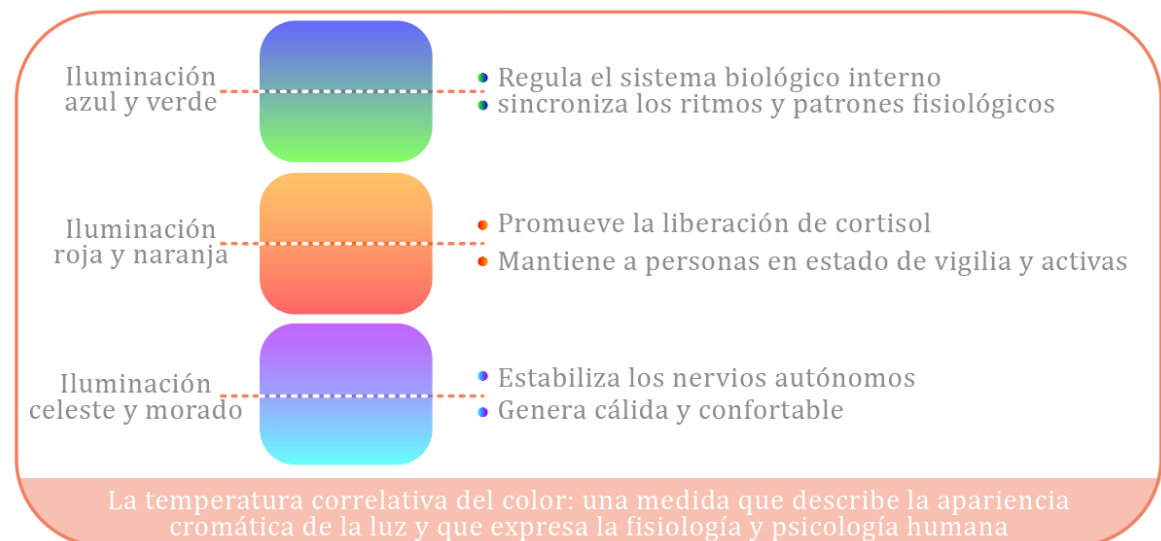


Figura 11: Temperatura correlativa del color.

Fuente: Goven, 2010; Smolders, 2012.

1.1.3 El color

Es un elemento esencial para el diseño de espacios educativos que va de la mano con el diseño de interiores, según la teoría del color sustractivo de Michel-Eugène Chevreul explica como una superficie absorbe o resta las ondas de luz solar a diferentes longitudes, cuando el ser humano percibe colores por medio de la retina se generan impulsos cerebrales captadas por las glándulas endocrinas que resultan en respuestas emocionales y psicológicas (Nielson & Taylor, 2007). El color tiene dos líneas investigativas relacionadas con la educación, la primera es la física del usuario, como la reaccionan de los impulsos del cerebro, la presión sanguínea, los latidos, la respiración. Como segunda línea investigativa son los aspectos psicológicos que va a tener el usuario en la sociedad (Tabla 9), con respecto al espacio educativo el color estimula cambios de ánimos. (Shabja, 2006) observo como el cerebro libera hormonas cuando se expone a colores en espacios controlados con respuestas de cambio de ánimo y enfoque personal. Según lo señalado por (Engelbrecht, 2003), la elección de colores y la textura utilizada en las paredes tienen la capacidad de reducir la fatiga visual y promover la actividad cerebral asociada al proceso de aprendizaje. Existen investigaciones que respaldan la idea de que es crucial tener en cuenta la cantidad de color en el diseño del entorno físico de aprendizaje. Estos estudios revelan que a medida que aumenta la cantidad de color, se produce una sobreestimulación en las personas, independientemente de la temperatura del color o las preferencias individuales (Verghese, 2001).

Tabla 9: Líneas investigativas del color en la educación.

LÍNEAS INVESTIGATIVAS DEL COLOR EN LA EDUCACIÓN	
Física del Usuario	Aspectos Psicológicos
Reaccion de los impulsos cerebrales al color	Influencia en el estado de animo y emociones
Cambios en la actividad electrica cerebra	Generación de sensaciones de calma o energía
Modulación de los niveles de neurotransmisores	Creación de un ambiente acogedor o estimulante
Estimulación o relajación del sistema nervioso	Impacto en la concentracion y el enfoque
Influencia en la liberacion de hormonas	Generar sensaciones de seguridad o confianza
Efectos sobre la produccion de melatonina	Estimulacion de la creatividad y la imaginacion
Respuestas fisiológicas, como la dilatación pupilar	Influencia en la motivacion y el rendimiento
Variaciones en la temperatura corporal	Fomento de la interacción social y la colaboración
Alteraciones en la conductancia de la piel	Creacion de una atmosfera de bienestar
Impacto en el ritmo circadiano	Percepción del usuario en la sociedad

El color en los espacios educativos puede ser aprovechado para estimular el aprendizaje y crear una atmósfera positiva que beneficie el desarrollo de los niños. Se pueden utilizar colores cálidos para estimular y colores fríos para mejorar el ambiente. Además, los colores primarios pueden generar un impacto visual deslumbrante. Mehta y Zhu (2009) observaron que el color rojo y azul aumenta la capacidad y eficiencia para procesar información y la toma de decisiones. Zelanski y fisher (2001) verificaron mediante su estudio que el color amarillo beneficia al aprendizaje estimulando la creatividad, la imaginación, especialmente en actividades artísticas y lúdicas. Recomiendan no utilizar en espacios educativos los siguientes colores: blanco, negro y marón ya que tienen un efecto negativo en el rendimiento ya que dificulta el estímulo de la

creatividad de los estudiantes. Análisis evidencian que no solo el uso de colores primarios tiene efectos en los espacios educativos, en caso contrario varios colores (Figura 12) puede tener un efecto positivo en el aprendizaje y transformar el entorno educativo (Moscoso, 2012).

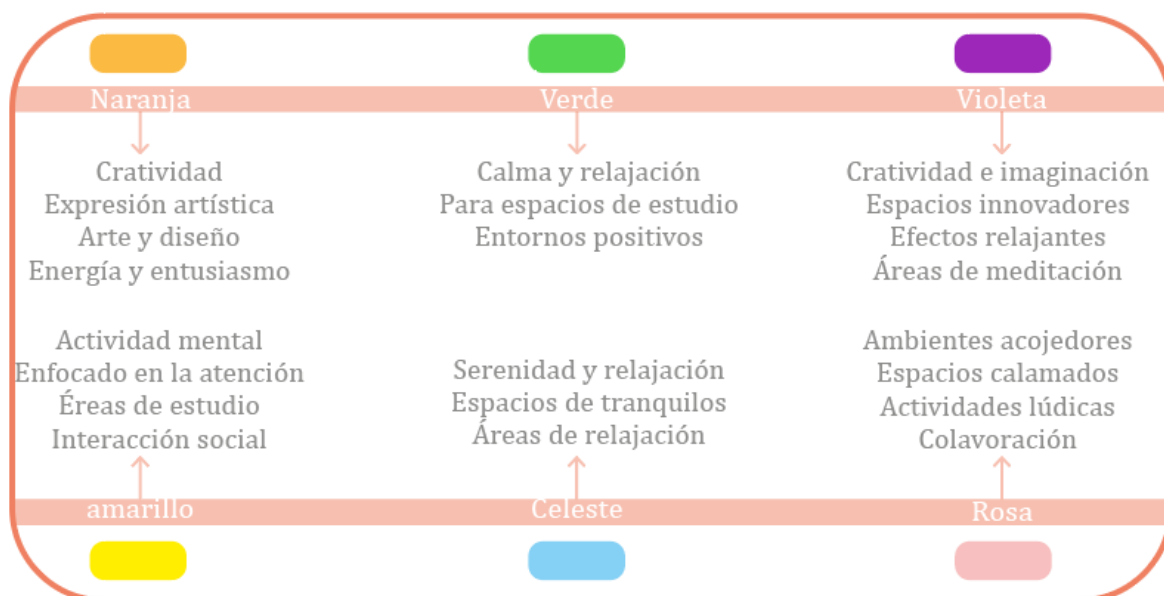


Figura 12: Sensaciones del color en espacios educativos.

Fuente: Goven, 2010; Smolders, 2012.

La influencia del color en el entorno educativo ha sido objeto de investigación, revelando su capacidad para captar la atención de los estudiantes y mejorar la retención del mensaje transmitido por los docentes. Según el estudio de Jalil et al. (2012), se encontró que el color puede tener un impacto tanto positivo como negativo en el rendimiento laboral de las personas, dependiendo de las tonalidades utilizadas (Figura 13). En el ámbito de las oficinas, se ha observado que los colores claros tienen un efecto positivo en el desempeño de las personas que comparten el espacio. Tonos como el azul y el verde tienen propiedades relajantes y calmantes, mientras que el color rojo puede incrementar la presión arterial y promover una mayor actividad (Poursafar et al., 2016).

Tabla 10: Influencias del color en ambientes educativos.

INFLUENCIAS DEL COLOR EN AMBIENTES EDUCATIVOS	
Aspectos Positivos	Aspectos Negativos
Estimula la creatividad y expresión	En grandes cantidades genera estrés
Transmite energía y entusiasmo	Genera sobreexcitación
Fomenta la calma y la relajación	Puede resultar monótono
Asociado con el crecimiento y naturaleza	Puede ser aburrido en exceso
Estimula la creatividad e imaginación	Se relaciona con la tristeza
Efecto relajante y tranquilizante	Puede generar melancolía
Estimula la actividad mental	Puede causar fatiga visual en exceso
Estimula la atención	Puede causar problemas animicos
Fomenta sensación de paz y serenidad	Generar sensación de frialdad
Ayuda a reducir el estrés y la ansiedad	En exceso genera distanciamiento social
Genera un sentimiento de dulzura	Puede ser infantil en exceso
Efecto tranquilizante	Puede ser aburrido en exceso

Además, los colores también pueden afectar el estado de ánimo y la expresión de emociones en el entorno laboral diario (Figura 14) muestra dentro de un espacio educativo el gusto y disgusto entre hombre y mujeres, según los diferentes colores, encontrando una diferencia alta entre ambos sexos (Bentacur, 2022).

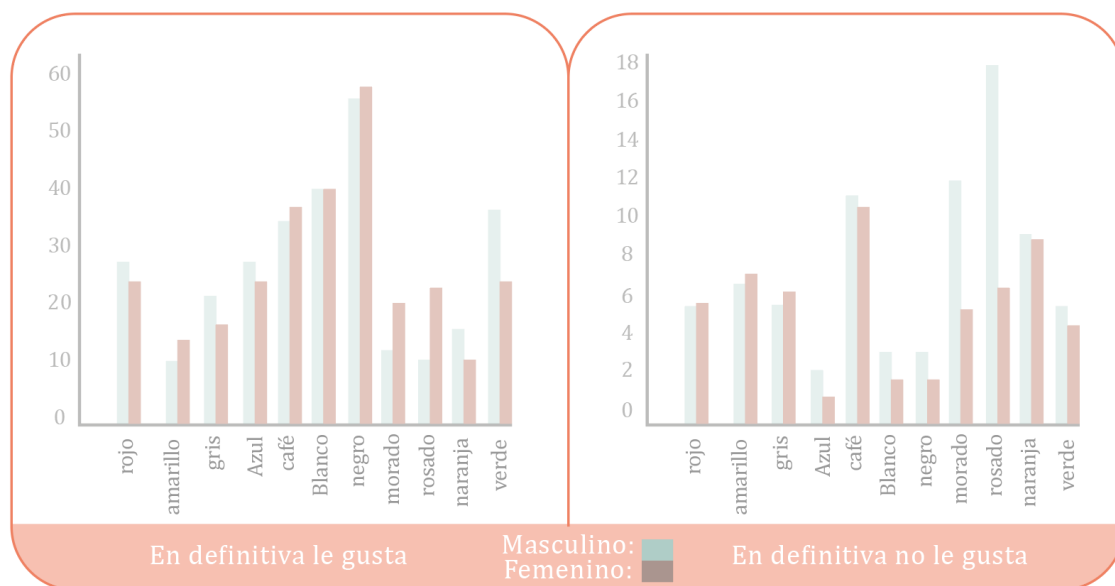


Figura 13: Sensaciones del color en espacios educativos.

Fuente: Goven, 2010; Smolders, 2012.

Para culminar con el apartado de color, es importante saber que la iluminación ambiental juega en su totalidad con las superficies creando varias tonalidades, Heller (2004) redacta una afirmación simultanea con respecto al significado de los colores:

“Conocemos muchos más sentimientos que colores. Por eso cada color puede producir muchos efectos distintos, incluso a menudo contradictorios. Un mismo color actúa en cada ocasión de manera diferente”.

1.1.4 Ventilación

En entornos controlados, se considera la ventilación como un factor clave para evitar la contaminación del aire y sus efectos en la salud de los usuarios. Es fundamental evitar la acumulación de polvo, que puede provocar una mala calidad del aire, así como la presencia de alérgenos como residuos inorgánicos o microorganismos biológicos (Dybendal & Elsayed, 1994). En la actualidad, la ventilación se ha vuelto esencial para habitar espacios de manera adecuada. La Ventilación con respecto a factores que afectan el aire en un espacio educativo, Cheryan (2004) menciona que las bajas frecuencia de circulación de aire generan zonas, mobiliario y superficies como cortinas, alfombras con polvo que pueden afectar la respiración de los usuarios COLEY & GREEVES (2004) y Satish (2012) mencionan los estándares de CO2 óptimos para una aula que es 2500 ppm, si es menor el espacio puede ser disfuncional, en el estudio de Bakó-Biró, Kochlar, Clements-Croomel, Awbi y Williams (2007) analizo el CO2 en varias aulas al sur de Inglaterra y concluye que se encuentran por encima del promedio perjudicando la salud del usuario.

Minguillo (2022) en el contexto del COVID-19 desarrolla una guía con respecto a la ventilación en aulas, en cual desarrolla un diagrama de soluciones y problemas la ventilación en espacios educativos (Figura 14), la primera solución es desarrollar actividades al aire libre optimizando la circulación en todas las direcciones, la segunda analiza la evolución del CO2 en varias configuraciones de aulas mediante la relación CO2/ tiempo alrededor de dos horas, el aula es de 61 m³ y hay 21 estudiantes y 1 docente. Con esta densidad de estudiantes, serían recomendables más de 5 renovaciones por hora.



Figura 14: Variación de concentración de co2 en diferentes condiciones de ventilación.

Fuente: Minguillo, 2022.

Axpe (2021) y su empresa Bihho explican un método para el cálculo de ventilación en espacios educativos con fines informativos y educativos, se parte de identificar dos variables fundamentales, la cantidad de alumnos y que solo sea ventilación natural, según la ley de espacios educativos de España.

1-. Para calcular el volumen de aire por hora de los usuarios, es el número total de usuarios fijos que ocupan el espacio por la tasa exterior de aire de cada persona medido en dm³ (decímetro cubico), el factor de aire para colegios y universidades es de 12,50 dm³.

$$\begin{aligned} & \text{(Exterior) Cantidad total de aire por hora} \\ \text{Cantidad total de aire} &= 31 \text{ (pers.)} \times 12.5 \text{ (dm}^3 \text{ / (pers. * Sg))} \times 3600 \text{ (sg / hora)} / 1000 \text{ (dm}^3 \text{ / m}^3\text{)} \\ & \text{Cantidad total de aire} = 1395 \text{ m}^3 \text{ / hora} \end{aligned}$$

Figura 15: Cálculo del volumen de aire por hora.

Fuente: Axpe, 2021.

2-. Se debe calcular el volumen, que se utiliza para cuantificar el espacio tridimensional ocupado por un objeto, sustancia o material. Es una magnitud física fundamental (Figura 16).

$$\begin{aligned} \text{Volumen del aula} &= \text{largo} \times \text{ancho} \times \text{alto} \\ \text{Volumen del aula} &= 9,00 \text{ m.} \times 6,00 \text{ m.} \times 2,70 \text{ m. (altura)} = 145,80 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

Figura 16: Cálculo del volumen del aula.

Fuente: Axpe, 2021.

3-. Renovación del aire (Figura 17).

$$\begin{aligned} \text{Renovación} &= \text{Cantidad total de aire necesaria para una hora} / \text{volumen de habitación} \\ \text{Renovación} &= 1395 \text{ m}^3 / \text{hora} / 145,80 \text{ m}^3 = 9,56 \text{ una hora de renovación} \end{aligned}$$

Figura 17: Cálculo de renovación del aire.

Fuente: Axpe, 2021.

4-. Superficie de ventanas que se abrirán (Figura 18).

$$\begin{aligned} \text{Número de ventanas que se abren} &= 3 \text{ ventanas} \\ \text{Área de ventana} &= 0,75 \text{ m.} \times 1,50 \text{ m.} = 1,125 \text{ m}^2. \\ \text{Superficie total} &= 3 \text{ ventanas} \times 1,125 \text{ m}^2 = 3,375 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Figura 18: Cálculo de ventanas abiertas.

Fuente: Axpe, 2021.

5-. Para calcular el volumen del aire que entra por la ventana en un segundo, se tiene la constante de la atmósfera de $20\text{C}^\circ = 0,13 \text{ m/seg}$ (Figura 19).

$$\text{Volumen de aire / sg} = 3,375 \text{ m}^2 \times 0,13 \text{ m} / \text{sg} = 0,43875 \text{ m}^3 / \text{sg}$$

Figura 19: Cálculo del volumen del aire.

Fuente: Axpe, 2021.

6-. Para finalizar se hace el cálculo de puertas y ventanas abiertas (Figura 20).

$$\begin{aligned} \text{Tiempo} &= \text{volumen de la habitación} / \text{volumen de aire por segundo} \\ \text{Tiempo} &= 145,80 \text{ m}^3 / 0,43875 \text{ m}^3 / \text{sg} = 332,31 \text{ sg} = 5 \text{ minutos y } 32 \text{ segundos} \end{aligned}$$

Figura 20: Cálculo de ventanas y puertas abiertas.

Fuente: Axpe, 2021.

La calidad del aire en el aula se mejora manteniendo puertas y ventanas abiertas, pero esto puede causar incomodidades. Alternativas para mejorarla son aumentar el tamaño del espacio, reducir la cantidad de personas presentes y usar medidores de CO₂ o sistemas de ventilación mecánica (Axpe, 2021).

Es importante conocer los beneficios que tienen la ventilación en espacios educativos como: contribuya a reducir el riesgo de contagio de enfermedades respiratorias, como resfriados y

quejas, al eliminar los agentes infecciosos presentes en el aire, una buena ventilación ayuda a reducir la fatiga y el cansancio entre estudiantes y docentes, ya que proporciona un suministro adecuado de oxígeno y evita la sensación de ambiente sofocante. La ubicación y el tamaño de las ventanas, así como la disposición del mobiliario, deben favorecer la circulación del aire para lograr una ventilación eficiente. Es esencial, realizar un mantenimiento de los sistemas de ventilación mecánica, en caso de que existan, para asegurar su correcto funcionamiento y evitar la acumulación de contaminante. Un estudio realizado por (Alvarez, 2022) en la Universidad Politécnica Salesiana de Quito examinó la ventilación de aulas, considerando la concentración de CO₂ como parámetro del ambiente interior. Se mencionan factores importantes para una excelente ventilación, como mantener temperaturas internas de 22°C, mantener la concentración de CO₂ por debajo de 800 ppm y garantizar un Cambio de Aire Horario (ACH) de al menos 4-6 cambios por hora.

Para finalizar, la ventilación en espacios educativos es un aspecto crítico que no debe ser pasado por alto. Garantizar un ambiente saludable y confortable en las instituciones educativas es esencial para el bienestar y el rendimiento de estudiantes y docentes. Una ventilación adecuada contribuye a reducir el riesgo de enfermedades respiratorias, mejora el aprendizaje y el rendimiento académico, y promueve un ambiente propicio para el desarrollo integral de los estudiantes. La inversión en la calidad del aire y la ventilación es una inversión en la salud y el futuro de la comunidad educativa.

1.1.5 Temperatura

La temperatura es una medida que indica el nivel de calor o frío presente en un objeto, sustancia o ambiente. Se refiere al grado de disolución o movimiento de las partículas que conforman una sustancia, donde una mayor disolución resulta en una temperatura más alta y una menor disolución en una temperatura más baja (CLIMÁTICO, I. E. C., & DEFINICIÓN, M. Y. P, 1994). Es primordial conocer cómo funciona la temperatura en el ser humano para analizar la relación con el contexto educativo, la generación de calor y procesos de auto ajuste del ser humano con el exterior reaccionan a tres factores: metabolismo, intercambio térmico y la eliminación de sudor.

Tabla 11: Relación entre actividades y su temperatura gastada.

RELACIÓN ENTRE LAS DIFERENTES ACTIVIDADES Y SUS NIVELES METABÓLICOS

Actividad	Energía (W)
Durmiendo	75
Sentado	120
Trabajo en oficina	130-160
Conduciendo	160-190
Trabajando de pie	160-190
Actividad física	230 -290
Trabajo intenso	430-600

La cantidad de energía producida es directamente proporcional a la actividad desarrollada, Belding y Hatch (1986) desarrollan (Tabla 11) con el objetivo de explicar la energía gastada según su actividad. Huang, Yingzin, Ouyang & Cao (2012), definen a la temperatura como el factor que tiene consecuencia directa en el usuario, generando sensaciones de húmedo o seco y frío o caliente. En su propuesta de análisis de temperatura, mencionan que el ambiente térmico se relaciona directamente con la temperatura interior, la humedad relativa y la velocidad del aire, si los tres componentes se encuentran dentro de los rangos establecidos se puede diferir que el espacio cuenta con confort térmico. Cabe destacar que estos valores pueden variar en función de factores externos como el clima, la temporada del año y el diseño del edificio.

Tabla 12: Aspectos para llegar a tener un confort térmico en espacios educativos.

Espacio Educativo	Temperatura Interior (°C)	Humedad Relativa (%)	Velocidad del Aire (m/s)
Aula 15m ² - 24m ²	22.5	45%	0.15
Aula 24m ² -50m ²	23.0	50%	0.20
Laboratorio 1 15m ² -24m ²	21.8	55%	0.25
Laboratorio 2 24m ² -50m ²	24.2	40%	0.18

Al conocer los aspectos para tener un confort térmico, es importante seleccionar las estrategias para un diseño bioclimático adecuado, (Figura 21) muestra el diagrama de Givoni, al desplegar información psicrométrica, ofrece una representación gráfica que abarca variables cruciales como temperatura, humedad relativa y otros parámetros climáticos relevantes. Este enfoque permite una comprensión profunda de las condiciones ambientales en una ubicación específica, identificando las zonas donde los ocupantes experimentan niveles óptimos de confort térmico. (Guerri, 2020).

1.La zona de confort, designada como zona 1, demuestra las condiciones ideales para el cuerpo humano, confortable para el 70% de la población, en general esta área no necesita estrategias de diseño. Esta zona está limitada por los valores de temperatura máximo y mínimo (Guerri, 2020).

2.La zona de confort aceptable es mayor que la zona de confort. En él, una persona activa mecanismos adaptativos que requieren un nivel mínimo aceptable de consumo de energía (Guerri, 2020).

3.La ganancia de calor interna, designada como zona 3, está determinada por valores de temperatura importantes, en esta zona, las fuentes de calor internas son importantes para cambiar la temperatura y acercarla a la zona de confort. Las fuentes de calor internas incluyen el calor de las personas (alrededor de 60-100 W por persona (Guerri, 2020).

4.Calentamiento solar pasivo, corresponde a la zona 4 y está determinado por temperaturas de 7 a 13,5°C. La calefacción solar pasiva es un conjunto de medidas para utilizar la energía térmica de la radiación solar directa para calentar edificios sin el uso de sistemas de instrumentos adicionales (Guerri, 2020).

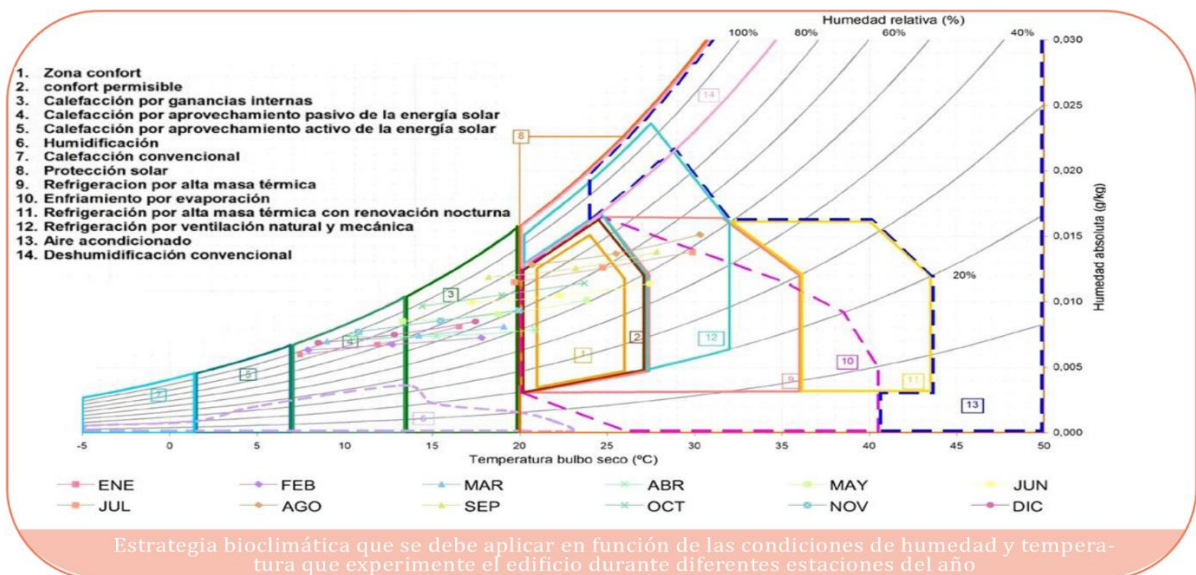


Figura 21: Estrategia bioclimática para un mejor confort térmico

Fuente: Guerri, 2020.

Las estrategias de diseño bioclimático son técnicas y enfoques arquitectónicos que buscan aprovechar las condiciones climáticas del entorno para lograr un confort térmico óptimo dentro del espacio de aprendizaje. Estas estrategias se basan en utilizar el clima y los recursos naturales disponibles de manera inteligente, reduciendo así la dependencia de sistemas mecánicos de calefacción o refrigeración y minimizando el impacto ambiental de la edificación. El objetivo principal es crear espacios arquitectónicos que se adapten a las condiciones del clima local, brindando un ambiente interior cómodo y saludable durante todo el año, (Tabla 13) sintetiza y presenta de manera esquemática las tácticas para regular ganancias y pérdidas de acuerdo a la temporada.

Tabla 13: Aspectos para llegar a tener un confort térmico en espacios educativos.

		ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMATICO			
		Mecanismo de transferencia de calor			
		Conducción	Convección	Radiación	Evaporación
Invierno	Promover ganancias	_____	_____	Promover ganancias solares	_____
	Evitar pérdidas	_____	Minimizar el flujo de aire	_____	_____
	Evitar ganancias	Minimizar el flujo de calor	Minimizar la infiltración	Minimizar la ganancia solar	_____
Verano	Promover pérdidas	Prmover el enfriamiento	Promover la ventilación	Enfriamiento radiante	Enfriamiento evaporado
	Fuente de calor	_____	Atmósfera	Sol	_____
	Captación de calor	Tierra	Atmósfera	Cielo	Atmósfera

Fuente: Guerri, 2020; Huang, Yingzin, Ouyang & cao, 2012.

1.2 Criterios Espaciales

A inicios del siglo XIX, se pensó en cambiar el paradigma del aula, cambiando su configuración a un diseño adecuado donde el aula fomenta una mayor interacción positiva entre profesores y estudiantes, lo que a su vez disminuye la probabilidad de que se produzcan conductas problemáticas (Martella, Nelson & Marchand, 2003).

(Pazos, 1986) determina tres factores para desarrollar aulas que permitan generar espacios de estudios, ambientación estética, distribución del aula enfocado en el usuario y distribución por funciones (Tabla 14). El modelo educativo tradicional, descrito como el "modelo bancario de educación", ha perpetuado la idea de que los estudiantes son recipientes de conocimiento. Sin embargo, Freire (1970) reconoce que el aprendizaje debe fluir en ambas direcciones y que el papel del docente debe ser el de facilitador en lugar de experto. Hay dos enfoques diferentes para organizar el aula: uno se basa en la disposición en territorios o pequeños grupos, mientras que el otro implica un diseño uniforme con mesas en hileras y dirigidas hacia el profesor. La disposición tradicional, que se centra en el profesor, puede dificultar la comunicación natural entre los estudiantes y limitar la expresión del conocimiento (Matusov, 2001). El diseño del aula también influye en la comodidad, seguridad, salud y estética del entorno de aprendizaje. Se han identificado criterios como la facilidad de uso y la belleza como elementos importantes a considerar. El ambiente físico en el contexto educativo desempeña un rol fundamental en la interacción y el proceso de aprendizaje de los estudiantes (Nespor, 1997). Es fundamental diseñar aulas flexibles y funcionales que fomenten diferentes formas de aprendizaje y adaptándose al usuario. Además, se deben considerar aspectos como la comodidad, seguridad, salud y estética para crear entornos propicios para el éxito académico.

Tabla 14: Factores para áreas de estudio y aprendizaje.

FACTORES PARA ÁREAS DE ESTUDIO	
Factores	Descripción
Ambientación Estética	Se refiere al diseño y estética del espacio educativo, incluyendo la selección de colores, mobiliario y elementos decorativos para crear un ambiente agradable y motivador.
Distribución del aula enfocado en el usuario	Implica organizar la disposición del mobiliario, puestos de trabajo y espacios de interacción considerando las necesidades y comodidades de los estudiantes y docentes, permitiendo una distribución ergonómica y funcional.
Distribución por funciones	Es el diseño de los espacios educativos en función de sus usos específicos, como aulas de clases, laboratorios, bibliotecas, áreas de descanso, etc., asegurando una distribución eficiente y coherente con las actividades que se desarrollarán en cada área.

Fuente: Guney & Selda, 2012.

1.2.1 Entorno Fijo

El entorno fijo, consiste en características permanentes e inamovibles, desempeña un papel crucial en el diseño del espacio de aprendizaje, controlando los patrones de movimiento y comportamiento. Pozo (2014), en su tesis doctoral "Arquitectura y Pedagogía. La disolución del

aula. Mapa de espacios arquitectónicos para un territorio pedagógico” explica que el movimiento alrededor de su espacio físico, mesas de trabajo, los estudiantes interactuar con sus compañeros, compartir ideas y colaborar en proyectos de diseño, además de generar áreas designadas, como pizarras o paneles de presentación, para compartir conceptos, diagramas y bocetos durante las sesiones de enseñanza y presentaciones, generando multiespacios es una sola zona (Figura 22).



Figura 22: Multiespacios en aulas de arquitectura.

Fuente: Pozo, 2014.

Varios estudios han destacado cómo la disposición innovadora de las aulas puede mejorar la participación de los estudiantes y fomentar el aprendizaje autónomo. Entre las disposiciones se haya la planta abierta la cual no tiene elementos que dificulten la visibilidad, que promueven la interacción entre docentes y alumnos, se presentan como un modelo de organización espacial, aunque también se reconoce que pueden generar distracciones. Diversas investigaciones han demostrado que el tamaño de las aulas, influye en el crecimiento cognitivo y en el comportamiento social de los estudiantes. En cuanto al crecimiento cognitivo, las aulas más pequeñas proporcionan un ambiente más propicio para el aprendizaje, los estudiantes pueden captar más información por parte de los profesores, lo que facilita la comprensión de conceptos difíciles, la resolución de problemas y una mejor interacción entre los compañeros, fomentando la colaboración y el intercambio de ideas (Tunal, 2018). En términos de comportamiento social, los estudiantes pueden sentirse más cómodos y seguros en un entorno más íntimo, lo que puede contribuir a una mejor participación en clase y relaciones sociales más saludables (Figura 23).



Figura 23: Influencia del tamaño de las aulas.

Fuente: Tunal, 2018.

En el entorno físico de un aula tradicional se ha observado que las características de los elementos arquitectónicos como paredes y de cielos rasos pueden influir tanto en profesores como en alumnos, resaltando la importancia de un diseño cuidadoso de las paredes del aula para

optimizar el proceso de enseñanza. La ubicación de los asientos afecta a la participación de los ocupantes del espacio de aprendizaje. En cuanto a las aulas modulares, se mencionan como una solución arquitectónica rápida y flexible para ampliar el espacio educativo, el área que debe de tener cada estudiante por normativa nacional es de 1,60 m². En el acuerdo-483-12 del Ministerio de Educación del Ecuador nombra las características que conlleva desarrollar las aulas modulares, estas son: mentalidad positiva de los usuarios, interacción grupal, expresión de ideas, entornos educativos, áreas especializadas y campos de estudios. Sin embargo, se advierte que estas aulas suelen ser criticadas debido a problemas de comodidad a largo plazo, calidad del aire y seguridad, aunque la investigación sobre su impacto es limitada. La organización se presenta como un instrumento valioso para el aprendizaje, y diversos estudios han demostrado la influencia que tiene en el comportamiento y participación de los alumnos.

El diseño de los asientos, ya sea en filas tradicionales, puede afectar el nivel de participación y el rendimiento académico de los estudiantes (Ministerio de Educación Nacional e Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, (s.f)). Dentro de los aspectos del entorno físico se incluye el diseño arquitectónico, la distribución del espacio, la iluminación, la acústica, el mobiliario y los recursos tecnológicos presentes en el lugar de estudio. Los aspectos toman fuerza una vez que el entorno físico es llevado a espacios y objetos especializados para el aprendizaje, estimulando la concentración, la creatividad y la interacción (Tabla 15).

Tabla 15: Objetos en un entorno fijo de arquitectura.

OBJETOS EN UN ENTORNO FIJO DE ARQUITECTURA	
Elementos	Descripción
Mesa de dibujo	Diseñadas con una superficie inclinable que permite trabajar en planos y dibujos técnicos con comodidad, cuentan con espacio de almacenamiento para herramientas de dibujo.
Silla	Deben de ser cómodas para largas jornadas, enfocadas en reducir la fatiga, además de corregir y apoyar la postura.
Tablas de Corcho	Se utilizan para exhibir bocetos, notas importantes y anuncios relacionados con proyectos y eventos en el aula. Son esenciales para la comunicación visual.
Proyector	Herramientas tecnológicas que permiten la visualización de presentaciones, para proyectar diseños y planos en una pantalla o superficie adecuada. Facilitar la discusión y la revisión de proyectos.
Plantallas o Tv	La pantalla se utiliza para visualizar diseños y presentaciones en un formato grande y claro. Es esencial para compartir información visual con toda la clase.
Computadoras	Las estaciones de trabajo con computadoras están equipadas con software de diseño arquitectónico y herramientas digitales necesarias para la creación y edición de proyectos.
Armarios y Librerías	Se utilizan para almacenar materiales, herramientas y equipos necesarios como: libros de referencia, revistas, catálogos y otros recursos que son esenciales para la investigación.
Mesas de Reuniones	Son mesas diseñadas para discusiones grupales y reuniones colaborativas, lo que es esencial en el entorno educativo de arquitectura.
Elementos flexibles	Pueden ser muebles móviles y reconfigurables, lo que permite ajustar la disposición del aula según las necesidades específicas de cada actividad o proyecto.

La disposición y organización del aula, junto con el uso de mobiliario ergonómico y flexible, desempeñan un papel fundamental en la creación de un ambiente educativo versátil y dinámico al cambiar la configuración del espacio, como en asamblea, micro grupos, tribuna y personalizada (Figura 24), lo que permite crear zonas de trabajo que se adapten a diferentes actividades y enfoques pedagógicos como: subgrupos y relaciones semicirculares (Hoyuelos, 2005). El mobiliario flexible facilita la movilidad dentro del aula, lo que favorece la interacción entre los estudiantes y permite la adaptación del espacio según las necesidades cambiantes de cada actividad. Además, una disposición adecuada del mobiliario puede fomentar la creatividad y la colaboración, ya que los estudiantes se sienten más libres para compartir ideas y trabajar juntos en proyectos de diseño o actividades prácticas.

Formas de organizar el aula

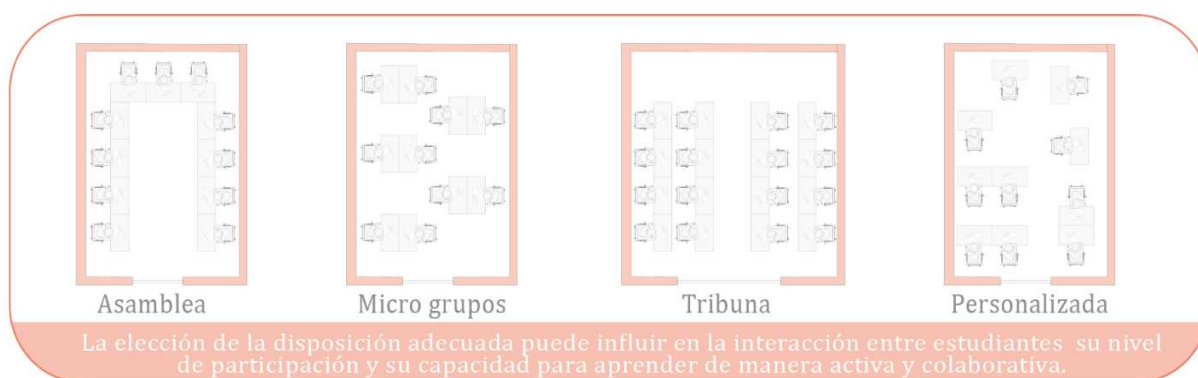


Figura 24: Formas de organizar el aula.

Fuente: Gormley, 2016

Gormeley (2016) explora el diseño en espacios de pequeña escala con la finalidad de eliminar el pensamiento constructivista, el cual está enfocado en que el usuario cree su propio entorno de aprendizaje al incorporar la teoría del conductivismo, la cual mejora habilidades presentes en el siglo XXI como agilidad, comunicación, colaboración. Si bien las Universidades internacionales se enfocan en rediseñar sus espacios en áreas más activas a partir de comunicación bidireccional entre los usuarios mediante herramientas tecnológicas que permitan generar experiencias más dinámicas y participativas (NMC Horizon Resport, 2016). Foote, K., Knaub, A., Henderson, C., Dancy, M., & Beichner, R. J. (2016) señala los factores aproximados para generar de manera correcta una reforma del espacio, los cuales son la tradición cultural, el entorno y compromiso institucional. Concluyendo que la reforma adecuada y bien ejecutada lleva tiempo, considerando que transformaciones sustanciales no suceden de forma inmediata.

1.2.2 Entorno Semi-fijo

Son aquellos elementos del ambiente físico que tienen una presencia estable y duradera, pero que aún pueden ser reubicados o reconfigurados en cierta medida. A diferencia de los elementos fijos, como paredes y columnas, los elementos semi-fijos tienen una flexibilidad relativa en su disposición espacial, lo que permite ajustar el entorno según las necesidades cambiantes que pueden ser modificadas y adaptadas dentro del entorno físico y digital (Benitez, Santamaría &

Sotomayor, 2020). En la actualidad se ha generado el concepto de “Active learning Classrooms” (ALCs) o aulas de aprendizaje activo, el cual tiene las siguientes características (Figura 25) se enfoca en actividades netamente educativas, en general incluyen muebles móviles para una mayor flexibilidad que permiten varias configuraciones, pequeños grupos de trabajo con su respectivo material de apoyo como pizarras, herramientas tecnológicas (indispensable toma de corriente), otro elemento es el diseño acéntrico, el cual no tiene un punto focal donde el instructor imparte su clase, al contrario son diversas zonas que a largo plazo no es un lugar fijo (Talbert & Mor-Avi, 2019).



Figura 25: Características del ALCs – aulas de aprendizaje activo.

Fuente: Talbert & Mor-avi, 2019.

Talbert & Mor-Avi (2019) analizan los diversos estudios relacionados con el “Aprendizaje Activo y Colaborativo” (ALCs), los cuales se presentan en una tabla los resultados de cada caso. Para entender los patrones asociados al ALCs, se crea la (Figura 26) que aborda los aspectos positivos derivados de la implementación de un enfoque de aprendizaje activo y flexible.



Figura 26: Patrones asociados en aulas con aprendizaje activo.

Fuente: Talbert & Mor-avi, 2019.

Florez (2019) caracteriza al ambiente semi-fijo o flexible como parte del ajuste contemporáneo que tienen los entornos educativos ya que cambian los elementos estáticos por mobiliario y paredes móviles, que permiten generar ambientes flexibles en tamaño según el uso. También reemplazando materiales tradicionales por otros como el vidrio con la finalidad de percibir y captar nuevos conocimientos de otros ciclos para unificar habilidades (Figura 27) un ejemplo evidente es la entidad educativa Stonefields, Auckland, el cual tiene un programa arquitectónico que encierra las aulas por espacios de desarrollo grupal, descanso, área de lectura, las cuales son completamente flexibles con el fin de satisfacer las necesidades del usuario (Osborne, 2013).



Figura 27: Áreas de aprendizaje activo - Escuela stonefields, auckland.

Fuente: Osborne, 2018.

El principal elemento flexible dentro de un espacio educativo, es el mobiliario que comprende de objetos que se utilizan para amueblar y equipar el entorno. Esto incluye sillas, mesas, estanterías, escritorios, sofás, entre otros. El mobiliario tiene una función práctica y estética, ya que afecta la apariencia y la sensación general del espacio. Una característica clave del mobiliario en el entorno es su flexibilidad y adaptabilidad. En entornos compartidos como salas de reuniones, aulas o áreas de coworking, la aplicación de un aprendizaje activo y flexible resulta crucial. Esta práctica favorece la interacción en espacios dinámicos, siendo especialmente relevante para adaptarse a las necesidades cambiantes de estos entornos colaborativos (Florez, 2019).

Attai (2021) en el artículo “Investigating the impact of flexible furniture in the elementary classroom”, observa que el mobiliario flexible en aulas de primaria, permite moverse con mayor libertad y apropiarse del entorno para generar mayor destreza, las características de los muebles son: variedad de altura, asientos blandos, asientos activos, livianos, coloridos. El estudio “Flexible learning spaces facilitate interaction, collaboration and behavioural engagement in secondary school” concluye que los espacios de secundaria se transformaron en áreas de participación, colaboración e interacción, a partir de mobiliario como: mesas agrupadas, estaciones de trabajo de pie, otomanas y paredes que se puedan escribir (Kariippanon, 2019). En el estudio “The Room Itself Is Active: How Classroom Design Impacts Student Engagement” dirigido para estudiantes universitarios, los cuales diseñaron los espacios, generando zonas flexibles y enfocado en la movilidad del mobiliario para eliminar barreras espaciales, sabiendo sus necesidades y apropiándose del espacio (Rands, 2017). La implementación de mobiliario flexible presenta diversas características y beneficios, los cuales varían en función de los niveles educativos en los que se aplican. (Figura 28).



Figura 28: Mobiliario flexible en diferentes niveles educativos.

Fuente: Attai, 2021.

Para finalizar con el apartado del entorno semi-fijo, existe una creciente conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad en el diseño y fabricación de mobiliario. La elección de materiales ecológicos y la producción sostenibles, reduce el impacto ambiental y promueve la responsabilidad social. También se ve influenciado por las tendencias de diseño y el avance tecnológico. La utilización de materiales innovadores, la incorporación de tecnología inteligente en el mobiliario y la búsqueda de soluciones creativas son aspectos que definen la evolución de los muebles y su integración en el entorno semi-fijo (Kariippanon, 2019).

Téllez (2014) menciona que los espacios de aprendizaje deben de modificarse y adaptarse al entorno de espacios con mobiliario y paredes flexibles, que puedan reconfigurarse a diferentes actividades. Ministerio de Educación Nacional (2011) comenta que los ámbitos académicos, es fundamental fomentar entornos que faciliten la interacción entre los alumnos, permitiendo así un aprendizaje colaborativo donde la construcción del conocimiento se realice de manera conjunta y enriquecida por medio del equipo. El mobiliario ha adquirido una relevancia significativa al determinar el tamaño de los grupos de trabajo, en vez de basarse en consideraciones pedagógicas (McNamara & Waugh, 1993).

1.2.3 Conexión y flujo

A finales del siglo XX, Alexander (1977) identifica estrategias para ocupar áreas de conexión, con el fin de ocupar estas zonas para aprendizaje y cohesión. Turnbull (2002) define que las áreas de conexión deben tener estas cuatro características: explicativa, mental, relacional y material, las cuales influyen para ser espacios de aprendizajes focales. El objetivo de ocupar estas zonas de conexión o circulación, tiene el fin de cambiar la forma de aprender generando zonas creativas, eliminando el concepto profesional y siendo más didáctico (Varnelis, 2007).

Los pasillos exteriores, principalmente, pueden convertirse en recorridos que unen áreas principales. Las zonas públicas son espacios que fomentan la relación en la comunidad, convirtiéndose en lugares activos para realizar actividades grupales de aprendizaje. Estos lugares cuentan con una amplia iluminación y son acogedores y cómodos. Las áreas al aire libre se

definen como espacios de aprendizaje rodeados de vegetación, cuerpos de agua y áreas de introspección. Los pasillos generan interacción con el predio, convirtiéndose en una función esencial en la relación de los usuarios (Ellis, 2016). Building Boletín (2002) explica la importancia de generar una red de comunicación continua en espacios comunes como los pasillos, mediante galerías de exposición que muestren carteles, eventos, oportunidades de investigación y actividades extracurriculares. Al utilizar los pasillos como extensiones del aula, se promueve un enfoque más dinámico y participativo en el aprendizaje.

Comprender y diseñar adecuadamente los elementos espaciales y la disposición del aula en el entorno educativo. Se menciona que el entorno semi-fijo, que incluye el mobiliario, juega un papel crucial en el diseño de los espacios de aprendizaje, ya que los estudiantes pasan mucho tiempo sentados. Se resalta que el mobiliario escolar no ha recibido la atención necesaria a pesar de su impacto en la experiencia de aprendizaje de los alumnos. Se menciona que el diseño del mobiliario puede influir en los estilos de aprendizaje, los métodos pedagógicos y la participación de los estudiantes. Además, se plantea que la disposición de los asientos en el aula y la ubicación de los estudiantes pueden afectar su comportamiento, su participación y su desempeño académico. Se destaca la importancia de considerar la durabilidad, la comodidad y las dimensiones antropométricas en el diseño del mobiliario escolar. También se señala que estar sentado durante períodos prolongados puede ocasionar problemas de salud, por lo que es necesario proporcionar un entorno ergonómico y cómodo. En general, se enfatiza la relevancia de crear un entorno de aprendizaje óptimo a través de la comprensión y el diseño cuidadoso de los factores espaciales y la disposición del aula.

1.2.4 Ergonomía y antropometría

Para el desarrollo o re funcionalización de las instancias educativas, se debe entender el comportamiento y características del usuario, además de las actividades únicas que se realizan en el espacio fijo y flexible. La ergonomía es la ciencia que estudia la conformidad y efectividad a corto y largo plazo del lugar de trabajo, asimismo, las consecuencias corporales y emocionales del usuario (RAE, 2020). A lo largo de la historia, la humanidad ha intentado solucionar situaciones cotidianas para tener comodidad mediante herramientas que se relacionen con su entorno y a su vez satisfaciendo los factores ambientales. Sin embargo, el auge de esta disciplina se da a partir de la Revolución Industrial, en donde se contempla las actividades humanas en espacios de trabajo y aprendizaje con el fin de modificarlos positivamente para una mayor eficiencia del trabajador / estudiante (Torres & Rodríguez, 2021).

Castillo (2018) menciona que en la actualidad los entornos de trabajo se modifican sin un eje central y de manera apresurada debido a la automatización generada por la inteligencia artificial "IA", por consiguiente, se generan nuevas destrezas y nuevas formas de hacer las actividades, las cuales no tienen espacios acordes para que el humano y la máquina tengan una relación en el entorno de trabajo. Torres & Rodríguez (2021) expresa que en la actualidad los factores humanos tienen relación directa con las herramientas tecnológicas para conseguir,

eficacia, confort y seguridad. Parvez, Rahman & Tasnim (2019) realiza consideraciones de los parámetros del mobiliario en un aula tipo que cuide la salud y eficiencia del usuario (Figura 29).

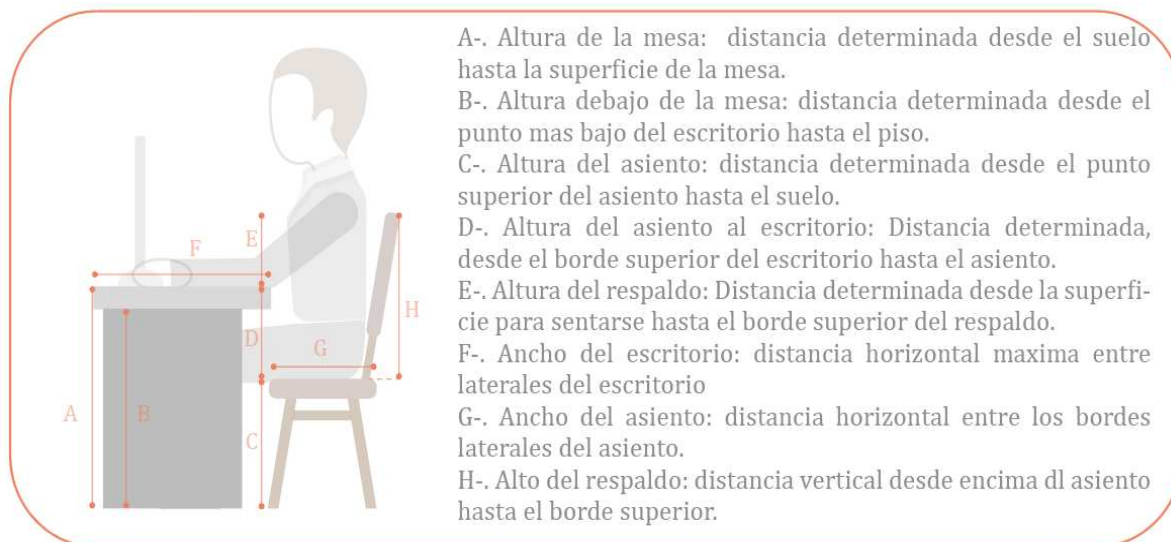


Figura 29: Parámetros básicos del mobiliario en un aula tipo.

Fuente: Parvez, Rahman & Tasnim, 2019.

La concepción de un espacio laboral está concebida por elementos fijos y flexibles, los cuales son parte de los criterios espaciales, generalmente en estas zonas de estudio, el usuario mantiene una posición mayor al tiempo óptimo, lo cual repercute en lecciones musculoesqueléticas (Vidolin & Alvez, 2020). Ramírez & Hernández (2016) señala que para evitar lecciones físicas en los usuarios es ideal apoyarse en los factores ambientales direccionados en la ergonomía de puesto, es decir, los objetos en un entorno fijo de arquitectura que permiten mejor la postura y disminuir los trastornos para generar un adecuado aprendizaje.

El hombre al desarrollar actividades específicas como: trabajar o estudiar, se generan diferentes posturas corporales que permiten mayor comodidad y concentración en la actividad para evitar el cansancio. El libro de Cruz & Garnica (2010) explica que en el área de trabajo o aprendizaje (mesa-silla), se tiene 4 posturas específicas: inclinación del tronco superior para realizar actividades, flexión de hombros y codos para realizar actividades específicas, el movimiento de los pies, manos y pelvis permite una adecuada circulación cardiovascular, para finalizar, volver a la postura normal de 90 grados de espalda y cabeza ayuda a descansar o relajarse (Figura 30).

Vidolin & Alvez (2020) expresa en su estudio que el mobiliario universitario como: mesas y sillas, es la herramienta principal para el docente y estudiante, los puestos de trabajo están divididos para cuatro enfoques (Figura 31). Si la misma no satisface las necesidades se pueden generar molestias en el tronco superior específicamente, hombros, cuello y cabeza, disminuyendo la vitalidad y aumentando el agotamiento mental. Con respecto al tronco inferior, las piernas y la columna pueden desarrollar deformación por la tensión de los músculos.

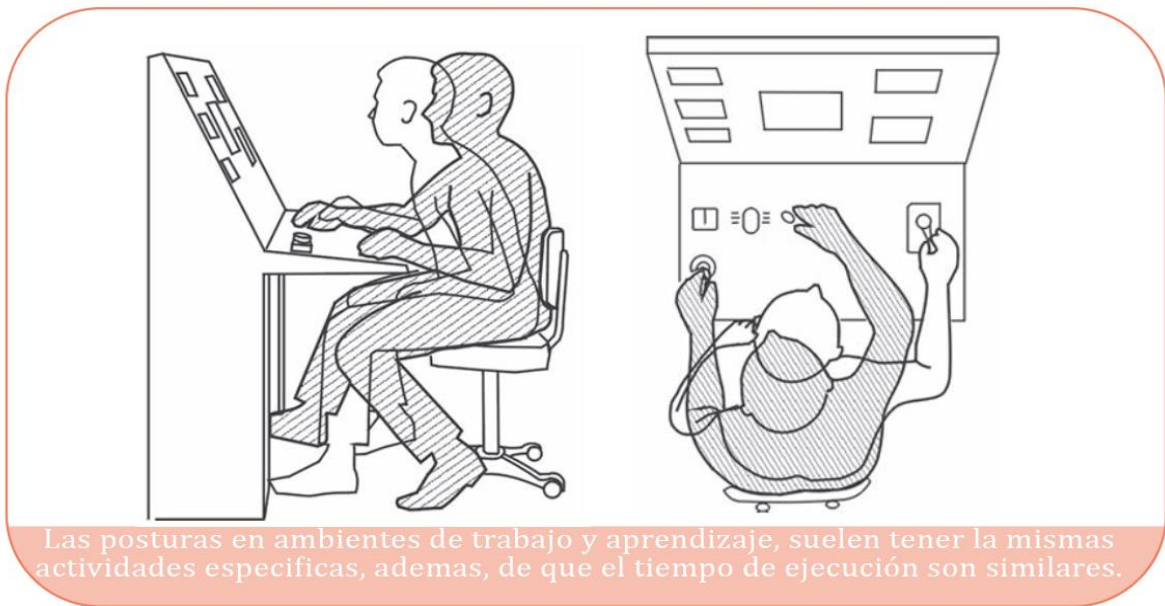


Figura 30: Posiciones de trabajo.

Fuente: Cruz & Garnica, 2010.

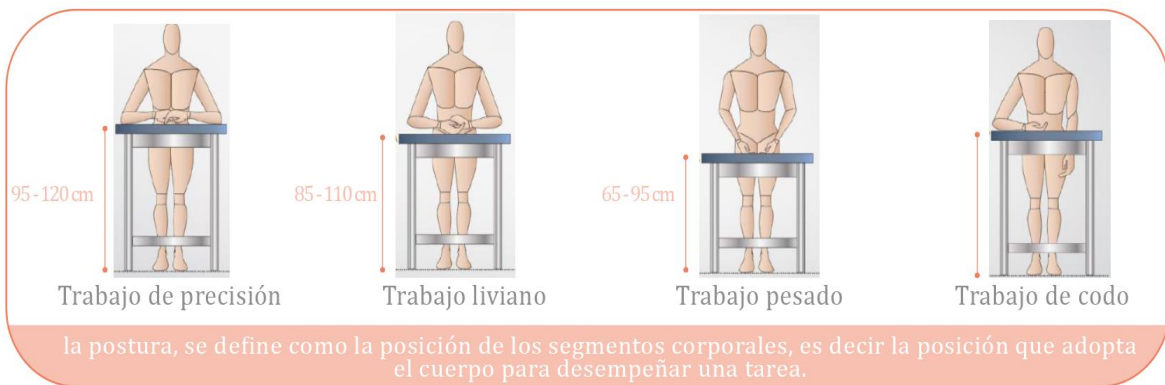


Figura 31: Posturas a partir de los diferentes trabajos

Fuente: <https://xdocs.pl/doc/diseo-del-puesto-de-trabajo-qnjx56lvkm86>.

Panero & Zelnik (2009) desarrollan un análisis exhaustivo de medidas en espacios interiores, en los cuales analizan las medidas y confort del usuario con respecto al asiento y sus variantes en varios espacios. La silla de trabajo es el elemento principal para el usuario, ya que cambia de una postura normal a una específica, en donde a nivel antropométrico las condiciones son diferentes, se compromete el ángulo de giro con respecto al glúteo y rodilla. El estudio se sumerge en la evaluación de medidas específicas que impactan directamente en el confort del usuario al utilizar la silla de trabajo. Se destaca la transición de una postura normal a una postura específica, donde las condiciones antropométricas varían significativamente (Tabla 16). Es en este cambio de postura donde factores como el ángulo de giro con respecto al glúteo y la rodilla se convierten en determinantes esenciales para la comodidad y la salud del usuario.

Tabla 16: Medidas del asiento de trabajo.

MEDIDAS DEL ASIENTO DE TRABAJO en cm							
Autores	Anchura	Profundidad del asiento	Altura del asiento	Holgura del asiento a la mitad del respaldo	Tamaño del espaldar	Inclinación del asiento	Ángulo respaldo
Cronney	43.20	33.6 - 38.1	35.6 - 48.2	12.7 - 19.0	10.2 - 20.3	0° - 5°	95° - 115°
Diffrient	40.6	38.1 - 40.6	34.5 - 52.3	22.9 - 25.4	15.2 - 22.9	0° - 5°	95°
Dreyfuss	38.1	30.5 - 38.1	38.1 - 45.7	17.8 - 27.9	12.9 - 20.3	0° - 5°	95° - 105°
Grandjean	40.0	40	37.8 - 45.7	-	20 - 30	3° - 5°	Adaptable
Paneroselink	43.2 - 48.3	39.4 - 40.6	35.6 - 50.8	19.2 - 25.4	15.2 - 22.9	0° - 5°	95° - 105°
Wocson-conover	38.1	30.5 - 38.1	38.1 - 45.7	17.8 - 25.4	15.24 - 20.32	3° - 5°	20°

En entornos dedicados al aprendizaje de la arquitectura, se emplean mesas individuales y módulos de trabajo en grupo con fines pedagógicos. Los usuarios pueden adoptar tanto posiciones sentadas como de pie. Para el trabajo en posición sentada, es esencial utilizar sillas ajustables con apoyapiés para evitar desequilibrios y fatiga en la parte inferior del tronco. En lo que respecta a las mesas de dibujo, el tablero ofrece dos rangos de inclinación: el primero, de 0° a 10°, es adecuado para su uso en posición sentada, mientras que el segundo, con una inclinación que varía entre 10° y 25°, se utiliza cuando el usuario trabaja de pie. La altura de la mesa es de aproximadamente 91,4 cm, lo que permite satisfacer las necesidades tanto de aquellos que trabajan de pie como de los que prefieren sentarse (Figura 32). En relación al espacio de trabajo en cubículos de dibujo, resulta fundamental considerar el alcance de la punta de la mano y el alcance lateral del brazo, lo que resulta de suma importancia para evitar interrupciones entre usuarios en espacios reducidos (Figura 32) (Panero & Zelnik, 2009).

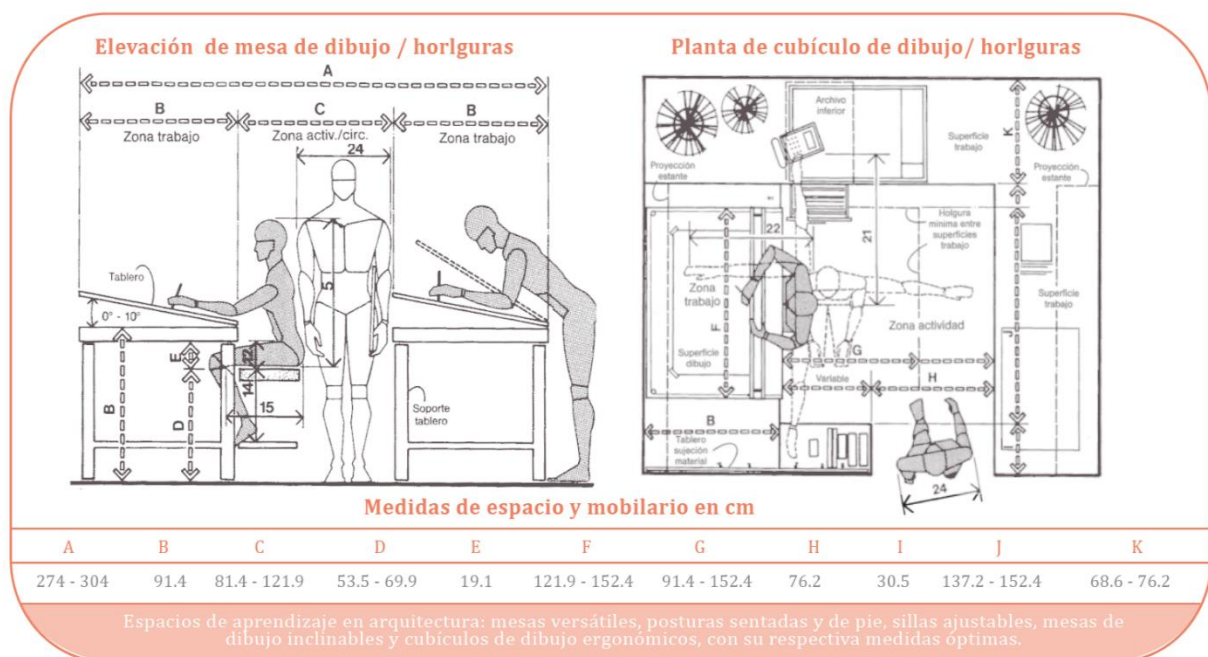


Figura 32: Centros de trabajo y artes manuales.

Fuente: Panero & Zelnik, 2009.

El área de exposición es de vital importancia para la retroalimentación entre estudiantes y docentes. Desde una perspectiva antropométrica, el rango de visión longitudinal se determina mediante el ángulo de observación de cada ojo. Para una lectura óptima, este ángulo debe situarse entre 10° y 20°, mientras que, para una observación cromática eficaz, se amplía a un rango de 30° a 60°. El límite del campo visual se extiende de 94° a 104°. El rango de visión transversal se define por la capacidad de rotación del ojo, siendo óptimo a 25°, ideal a 30° para tareas cromáticas, y con un límite visual de 50°. En el contexto de una exposición, la distancia de observación se limita a 76,2 cm, con un máximo de 198,1 cm (Panero & Zelnik, 2009). Panero & Zelnik (2009) recomienda ubicar la iluminación cenital a una distancia de entre 40,6 y 61,0 cm del objeto que se iluminará. La rotación debe basarse en la esquina inferior del objeto para evitar molestias visuales. La altura del área de exposición debe fijarse a 91,4 cm, y, por último, el tamaño del objeto puede variar (Figura 33).

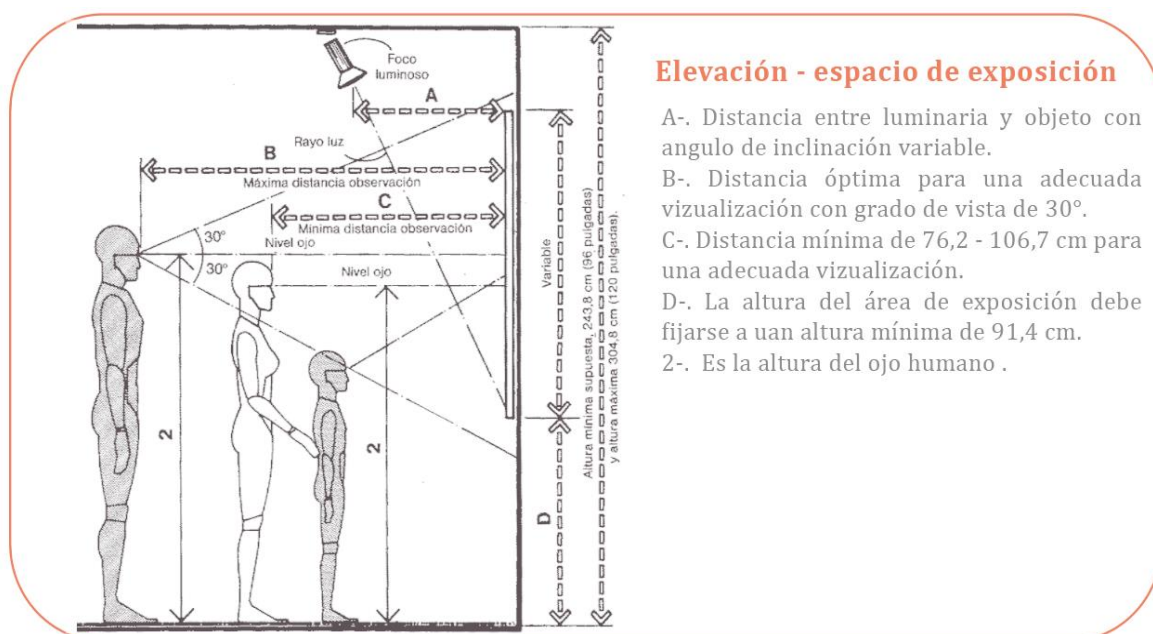


Figura 33: Ergonomía y antropometría de un espacio de exposición.

Fuente: Panero & Zelnik, 2009.

1.3 Factores de atracción al espacio

Las características que confieren a los ambientes su atractivo y propician un entorno propicio para el aprendizaje y la creatividad desempeñan un papel fundamental en la disciplina de la arquitectura. Estos factores no solo son esenciales en términos estéticos, sino que también desempeñan un papel crucial en la funcionalidad y eficacia de los espacios. En particular, su importancia se destaca de manera significativa en entornos educativos, donde el diseño del espacio tiene la capacidad de influir de manera sustancial en la experiencia tanto de los estudiantes como de los profesores. a creación de ambientes educativos atractivos y propicios para el aprendizaje implica la consideración cuidadosa de diversos elementos arquitectónicos. Tanner & Lackney (2006) mencionan que la relación entre espacios de atracción se da por puntos focales, externos e internos (Tabla 17).

Tabla 17: Estrategias de diseño bioclimático.

PATRONES RELATIVOS ENTRE RELACIÓN INTERNA, EXTERNA	
Patrones	Concepto
Vista al contexto exterior	Los estudiantes necesitan vistas al mundo exterior sin obstrucciones de posters y carteles.
Vista sin restricciones	las ventanas deberían estar disponibles dentro del aula, y cuando el deslumbramiento no es un problema.
Relación con el contexto	Deberían tener visión a espacios como jardines, fuentes, montañas o al cielo.
Vistas funcionales	Las puertas y ventanas deberían permitir al estudiante ver tanto de un lado como del otro de manera fácil.
Áreas verdes	Ver los espacios exteriores verdes de la escuela o la universidad donde haya pocos estacionamientos y carreteras.

Las aulas diseñadas para la instrucción ligera, donde el entorno físico facilita una mayor interacción entre estudiantes y profesores. El entorno escolar, esta influenciado por diversas variables, entre ellas factores espaciales, factores ambientales, integración de la tecnología y la pedagogía de cada docente, esto afecta directamente en los estímulos de los estudiantes (Choir, Guerin, Kim, Kulman & Bauer, 2013). El diseño planificado del espacio de atracción facilita una mejor enseñanza y aprendizaje. En particular, la prioridad es crear un espacio público que integre aspectos de protección, apropiación del entorno y confidencialidad (López, 2016). Las características estéticas, pueden generar un fuerte sentido de pertenencia, lo que a su vez genera entusiasmo por el aprendizaje, provocando emociones en los estudiantes, dependiendo de las sensaciones de comodidad o ansiedad (Figura 34). Las dimensiones estéticas son dependientes del contexto y pueden variar de una institución a otra.

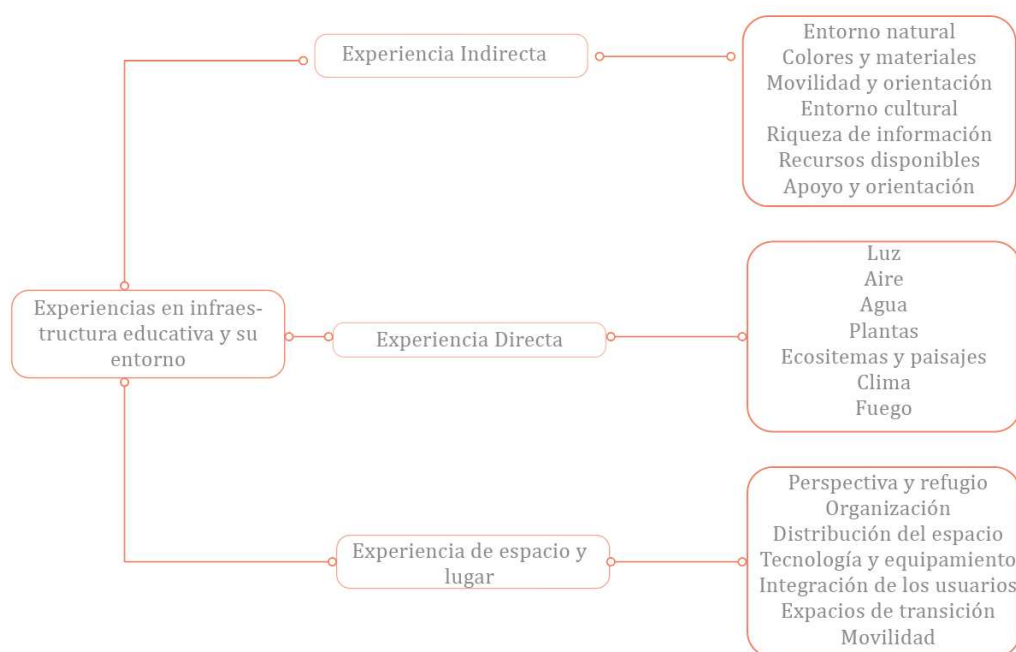


Figura 34: Atributos de experiencia, directa, indirecta, de espacio y lugar.

Fuente: Sanchez, 2019.

1.3.1 La atracción de la naturaleza en el entorno educativo

El entorno físico que estimula la sensibilidad y el diseño del aula ha generado patrones de "puntos de vista", como vistas al entorno exterior, vistas amplias, vistas de la naturaleza, puntos de vista funcionales y áreas verdes. La apariencia ideal del entorno de aprendizaje es un reflejo de la calidad de un lugar, por lo que características estéticas como la apariencia de la fachada, un mantenimiento adecuado y la renovación de los muebles hacen que los estudiantes se sientan más cómodos (Tabla 18). La calidad de los edificios escolares se ha relacionado con las actitudes y el comportamiento de los estudiantes, incluyendo el vandalismo, la asistencia, los suspensos y los incidentes disciplinarios. Además, se ha demostrado que la calidad del entorno también afecta las actitudes, el comportamiento y el desempeño de los profesores. Por lo tanto, los resultados del aprendizaje se ven afectados por el diseño de la escuela, especialmente del aula y también por la disponibilidad tecnológica.

Tabla 18: Aspectos claves de la naturaleza en la educación.

ASPECTOS CLAVES DE LA NATURALEZ EN LA EDUCACIÓN

Aspectos Clave	Descripción
Beneficios para el Aprendizaje y Bienestar	La presencia de elementos naturales en el entorno educativo contribuye a mejorar el aprendizaje y el bienestar emocional de los estudiantes.
Fomento de la Conciencia Ambiental	La exposición a la naturaleza en el entorno educativo promueve la conciencia ambiental y la adopción de prácticas sostenibles.
Diseño Biocéntrico y Saludable	El diseño biocéntrico se enfoca en crear entornos saludables y en armonía con la naturaleza, mejorando la calidad del espacio educativo.
Impacto en Actitudes y Comportamiento de Estudiantes	La presencia de la naturaleza en el entorno educativo afecta las actitudes y comportamiento de los estudiantes, generando un ambiente más positivo y relajado.
Relación con el Aprendizaje y los Resultados Académicos	La atracción de la naturaleza en el entorno educativo puede tener un impacto positivo en el aprendizaje y en el rendimiento académico de los estudiantes.

Edward O. Wilson genera La teoría de la Biofilia, sugiere que los seres humanos tienen una conexión innata y emocional con la naturaleza. La presencia de elementos naturales en el entorno educativo puede satisfacer esta necesidad biológica y psicológica, lo que conduce a un mayor bienestar, reducción del estrés y un aumento de la concentración y el enfoque en el aprendizaje. La presencia de la naturaleza en el entorno educativo tiene un efecto relajante y calmante en los estudiantes. Estar rodeado de elementos naturales puede reducir los niveles de estrés y ansiedad, lo que favorece un ambiente más propicio para el aprendizaje y la retención de información, estimulan la creatividad y la imaginación en los estudiantes. Estar rodeados de elementos naturales inspira la curiosidad y la exploración, lo que favorece la generación de ideas y soluciones creativas (Figura 35). Stephen Kellert nos proporciona patrones y directrices para entender la aplicación del diseño biofílico. Kellert ha identificado más de 70 mecanismos para lograr una experiencia biofílica efectiva, la cual ha sido clasificada en 3 niveles por los autores

William Browning y Jenifer Seal-Cramer: Naturaleza en el espacio, Análogos naturales, Naturaleza del espacio (Sanchez, 2019).

La Universidad Nacional de Singapur de Multiply Architects, es un ejemplo creativo de la aplicación de la teoría Biofilia en espacios educativos, cual muestra la relación directa entre espacios de estancia y la vegetación como segunda piel.



Figura 35: Aplicación de la teoría Biofilia en la Escuela NUS de diseño y Medio Ambiente.

Fuente: Surbana Jurong, 2019.

1.3.2 La atracción de la tecnología en el entorno educativo

El uso de la tecnología en el aula y su integración en la enseñanza están estrechamente relacionados con la comodidad de los estudiantes y su utilización. Los investigadores continúan explorando cómo las propiedades físicas de los edificios escolares influyen en el aprendizaje y la educación. Teniendo en cuenta el papel que desempeña el entorno educativo en el rendimiento de los estudiantes, es importante asegurarse de que sea un entorno adecuado y propicio para el aprendizaje, donde los profesores se sientan motivados para impartir sus asignaturas y los estudiantes puedan desarrollarse. Un entorno físico bien planificado y diseñado tiene en cuenta las diferentes formas de aprendizaje de las personas y es esencial para crear un entorno personalizado. La relación existente entre las representaciones internas y externas de los espacios educativos también es crucial para garantizar un clima de aprendizaje positivo. Para lograr esto, es necesario que los estudiantes.

Según Francis Duffy, el diseño de espacios educativos en la carrera de arquitectura radica en su potencial para inspirar la creatividad y el aprendizaje de los futuros arquitectos, ya que el entorno físico puede tener un impacto significativo en la calidad y el resultado de la educación"

(Duffy, 2008). La versatilidad en el diseño de los espacios educativos para la carrera de arquitectura es esencial para fomentar la adaptabilidad y la experimentación. Estos espacios deben estar diseñados de manera flexible, con la capacidad de ser transformados según las necesidades y actividades de los estudiantes. Por ejemplo, áreas abiertas y modulares con muebles móviles permiten una fácil reconfiguración para facilitar la colaboración en grupos pequeños, las presentaciones o las sesiones de revisión de proyectos. Como menciona Peter Lippman, experto en educación arquitectónica, "La flexibilidad en el diseño de los espacios educativos permite a los estudiantes y profesores utilizar el espacio de maneras diversas y creativas, fomentando la interacción y la colaboración activa en el proceso de aprendizaje" (Lippman, 2012). Además, estos espacios deben contar con tecnología integrada y conexiones adecuadas para facilitar el uso de herramientas digitales, como software de diseño y visualización arquitectónica, que son fundamentales en la práctica actual de la arquitectura. (González, 2019), menciona la relación entre arquitectura y naturaleza es un aspecto fundamental en la formación de futuros arquitectos. La conexión con el entorno natural en los espacios educativos promueve una mayor apreciación del contexto y la sostenibilidad en el diseño arquitectónico.

La carrera de arquitectura requiere de entornos educativos adecuados que fomenten la creatividad, el aprendizaje y la experimentación. Los cuales están, aulas de dibujo, laboratorios de diseño, aulas de informática, talleres de trabajos, aulas de exposición, centro de recurso audiovisuales, laboratorio de investigación, sala de exposición digital, talleres de topografía, sala de fabricación digital, sala de simulación y realidad virtual. Se pueden tener muchos más espacios, pero depende de la institución educativa y su enfoque pedagógico.

1.4 Conclusiones y aspectos clave en la arquitectura educativa

Las deducciones obtenidas del apartado de arquitectura educativa son de suma importancia para orientar el análisis y la propuesta. La revisión de la literatura ha permitido identificar diversos aspectos clave que influyen en la calidad y eficacia de los espacios educativos, como base bibliográfica se tiene la tesis doctoral de López, (2016), de la cual fundamenta los factores para el diseño de espacios educativos, para poder identificar las necesidades de los usuarios. A lo largo del tiempo, la arquitectura y la educación han evolucionado y dejado atrás conceptos como la escuela convencional y la configuración clásica del aula. En la actualidad, se busca crear aulas personalizadas, con comodidad y salud integral mediante el diseño del espacio, calidad del aire, mobiliario ergonómico y tecnología.

El diseño de espacios educativos debe considerar factores ambientales como el sonido, la iluminación natural y artificial, la calidad del aire y la temperatura. También se destaca la importancia de incorporar elementos naturales en el entorno educativo, ya que la teoría de la Biofilia sugiere que los seres humanos tienen una conexión innata con la naturaleza, lo que puede generar bienestar y mejorar la concentración y el aprendizaje. Además, se mencionan los factores de atracción al espacio, como la disposición del aula, el mobiliario flexible, la conexión con la naturaleza y la tecnología integrada, que influyen en la comodidad y el aprendizaje de los

estudiantes. Finalmente, se aborda la atracción de la tecnología en el entorno educativo y cómo su integración adecuada puede mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Se destaca la importancia de la versatilidad en el diseño de espacios educativos para fomentar la adaptabilidad y la creatividad. A efectos de síntesis se enlista los criterios más destacados con respecto a la arquitectura educativa con el fin de sustraer los factores para el diseño de espacios educativos (Tabla 19).

Tabla 19: Tabla resumen de la arquitectura educativa.

TABLA RESUMEN DE LA ARQUITECTURA EDUCATIVA

Períodos históricos	Se han desarrollado diferentes modalidades educativas a lo largo de la historia, adaptadas a sus entornos, desde Mesopotamia hasta la antigua Grecia.
Calidad del entorno físico	El diseño del espacio educativo afecta actitudes y comportamientos de estudiantes y profesores, influyendo en el rendimiento académico y la concentración
Factores para el diseño	La garantía de seguridad, comodidad y eficiencia para estudiantes y personal educativo es esencial. También se deben considerar aspectos como la iluminación.
Criterios espaciales	Un mobiliario flexible y ergonómico, junto con una disposición del aula que fomenta la interacción y la creatividad, es esencial para un aprendizaje efectivo.
Atracción de la naturaleza	La incorporación de elementos naturales en el entorno educativo puede mejorar el bienestar y el enfoque en el aprendizaje, reducir el estrés.
Atracción de la tecnología	La integración adecuada de la tecnología en el aula mejora la enseñanza y el aprendizaje, fomentando un entorno personalizado y adaptado a las necesidades.

CAPÍTULO II

2. DIAGNÓSTICO Y LEVANTAMIENTO DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

El capítulo dos de la tesis, es una etapa crucial para la toma de decisiones en el proceso de diseño, el enfoque es generar un análisis de aspectos fundamentales para conocer el estado actual del subsuelo, es fundamental en el proceso de diseño arquitectónico, donde se va examinar detalladamente el entorno y las condiciones específicas de la infraestructura. Este análisis proporciona una base sólida para comprender la identidad y las características del sitio, así como los desafíos y oportunidades que presenta.

El objetivo de este análisis es recopilar información detallada sobre el contexto físico, factores ambientales, estado actual de la zona, con el propósito de generar información holística y profunda del sitio, permitiendo identificar sus aspectos distintivos y potenciales para un diseño arquitectónico que se satisfaga las necesidades. La información recopilada es fundamental para generar la viabilidad del proyecto debido que las instalaciones se encuentran en uso y es fundamental reorientar las funciones y los espacios ya establecidos. A través del análisis de sitio, se busca maximizar las ventajas y oportunidades que ofrece el entorno, además de solucionar deficiencias o limitaciones. Este proceso es esencial para el desarrollo de soluciones arquitectónicas que sean contextualmente relevantes, sostenibles y que enriquezcan la calidad de vida de quienes interactúan con el espacio.

A partir de la metodología de Evaluación de espacios, ambientes educativos y de eficiencia espacial, se procede a generar el análisis de sitio, con el propósito de estudiar los factores ambientales que determinan el confort, el estado actual de su estructura y un registro fotográfico del sitio que permite generar un entendimiento real.

En resumen, el capítulo está enfocado en desarrollar un análisis detallado del entorno y las condiciones específicas del sitio. El objetivo principal es recopilar información completa sobre el contexto físico, factores ambientales y estado actual de la zona, para identificar sus características distintivas y potenciales oportunidades. La información recopilada es fundamental para el desarrollo de soluciones arquitectónicas contextualmente relevantes y sostenibles, que mejoren la calidad de vida de quienes interactúan con el espacio. Se utiliza una metodología de Evaluación de espacios y ambientes educativos, así como de eficiencia espacial, que incluye un registro fotográfico del sitio para un mejor entendimiento de su estado actual.

2.1 Exploración Minuciosa de la unidad académica

2.1.1 Problemática

Se identifica la falta de áreas especializadas que den servicio a la comunidad de docentes y estudiantes de arquitectura de la facultad de ingeniería, industria y construcción. Por ende, la

principal problemática, radica en el nulo criterio del diseño de las aulas especializadas, las cuales no están enfocadas a la enseñanza de arquitectura, debido a que no se toma en cuenta a los usuarios en el instante de planificar los espacios dejando en segundo plano el diseño colaborativo, en esencial no se contempla la accesibilidad, iluminación, ventilación natural, instalaciones y funcionalidad.

2.1.2 Ubicación

La zona de estudio, es el subsuelo de la facultad de ingeniería, industria y construcción, la institución educativa se encuentra en el límite noroeste de la parroquia Bellavista, en la tercera plataforma de la ciudad, en el límite perimetral de expansión urbana. El predio con código catastral 0504004002000, perteneciente a la Universidad Católica de Cuenca, se ubica en la manzana #004, al norte con la avenida de las Américas, al sur adosado con la Unidad Educativa Alberto Andrade Arizaga-Brumel, al oeste con la calle General Torres, al este adosado con predios del señor Guaraca Ávila Wilson Patricio y Jadan Méndez Daniel Mauricio. El lote cuenta con un área de 3105 m² y un frente de 126m (Figura 36).



Figura 36: Ubicación del sitio. Fuente: Autor. ESC: 1:500.

Fuente: Autor.

2.1.3 Delimitación de la Zona de estudio

La evaluación no se extiende a todas las infraestructuras de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción. Por este motivo, es de gran importancia dirigir la atención hacia una zona específica, donde se llevará a cabo un análisis detallado. Este enfoque selectivo permitirá una evaluación más precisa y exhaustiva de los aspectos relevantes en el ámbito de la ingeniería, industria y construcción, brindando así una perspectiva más completa sobre las áreas específicas de interés dentro de la mencionada unidad académica (Figura 37).

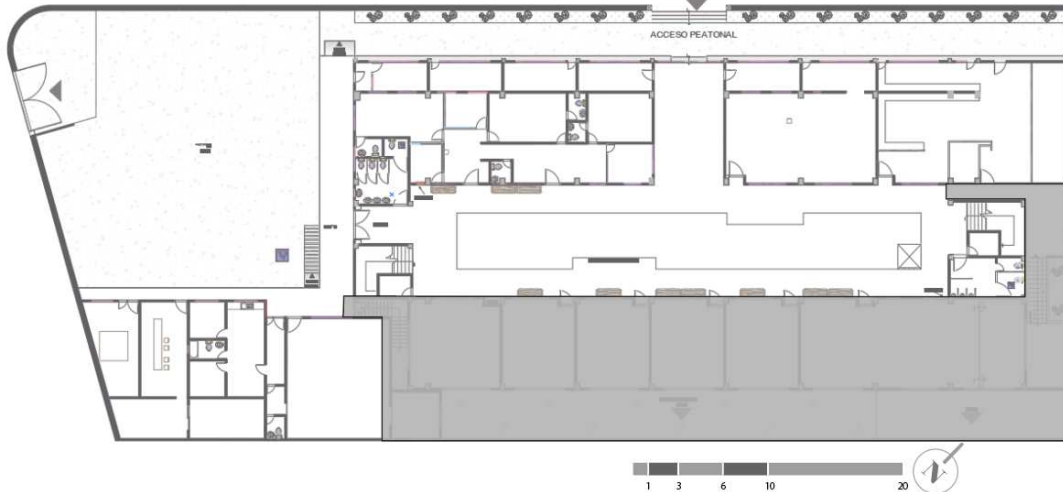


Figura 37: Delimitación de la zona de estudio.

Fuente: Autor.

2.1.4 Planta de Subsuelo N= -3,80m

El subsuelo de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción se presenta como un espacio de vital importancia para el desarrollo de actividades académicas y prácticas relacionadas con la formación de arquitectos y profesionales. Este nivel subterráneo ha sido diseñado a partir de áreas residuales ocupando todos los espacios de la infraestructura, teniendo en cuenta aspectos arquitectónicos que optimizan la experiencia y el rendimiento de los estudiantes y docentes que lo ocupan (Figura 38).

La configuración del subsuelo está dada por tres aulas de proyectos y un laboratorio de computación, las aulas han sido concebidos para el desarrollo de la creatividad y la colaboración entre los estudiantes, proporcionándoles un ambiente para la resolución de problemas y el desarrollo de ideas innovadoras, sin embargo, dado a la distribución del mobiliario y la disposición de los equipos audiovisuales no se crea un óptimo y adecuado flujo de trabajo eficiente. Mientras que la iluminación adecuada y el uso de materiales acústicos contribuyen a crear un entorno propicio para la concentración y el trabajo en equipo (Muñoz, 2010), no obstante, el subsuelo tiene deficiencia en estos aspectos (Tabla 20).

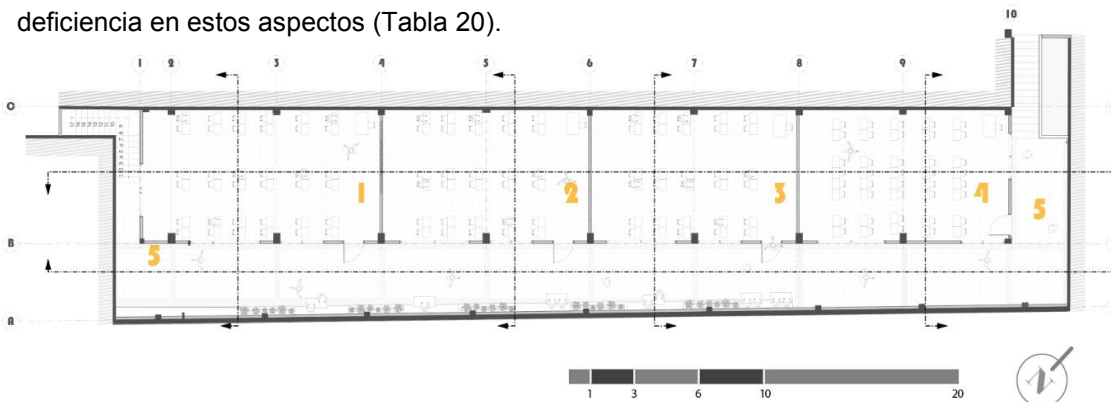


Figura 38: Planta del subsuelo de la unidad académica ingeniería, industria y construcción.

Fuente: Autor.

Tabla 20: Espacios educativos del subsuelo. Fuente y Elaboración.

ESPACIOS EDUCATIVOS DEL SUBSUELO

Numeración	Espacio	Lado mayor	Área
1	Sala I (S01)	13,44 m	97,90 m ²
2	Sala II (S02)	11,64 m	84,88 m ²
3	Sala III (S03)	11,62 m	83,90 m ²
4	Laboratorio II (L02)	11,62 m	86,31 m ²
5	Pasillo - Área común	46,30 m	224,33 m ²

2.2 Dimensiones y materiales del subsuelo

El análisis de dimensiones y materiales del subsuelo es una etapa esencial en el estudio geotécnico y análisis de infraestructuras, en este proceso, se evalúan detalladamente las características físicas y propiedades del subsuelo para comprender su comportamiento y determinar la idoneidad de los materiales presentes (Tabla 21).

Tabla 21: Identificación de materiales en subsuelo.

Identificación de materiales en Subsuelo

ELEMENTO	FIBROCEMENTO	PIEDRA HORMIGÓN	MADERA	VIDRIO	TEJA	CERAMICA	METAL	ESTUCO	YESO	LADRILLO
CIMIENTO		X	X							
MUROS PERIMETRALES			X							
MURO INTERNO			X						X	X
PUERTAS							X			
VENTANAS				X			X			
CIELO RASO	X							X		
GRADAS			X							X
COLUMNAS			X				X			
VIGAS			X				X			
PISOS						X				X
SILLAS										X

Este análisis se centra para determinar el estado y las características de los materiales usados en la construcción de infraestructura educativa. Se realizan inspecciones visuales detalladas. Realizado examinar la integridad deconstruido materiales como hormigón, acero, madera, y más. El objetivo es identificar signos de deterioro, daño, corrosión o cualquier otro problema que puede afectar estabilidad. El enfoque de este análisis es para determinar el estado y las características de los materiales utilizados para construir infraestructura educativa. Se realizan inspecciones visuales detalladas llevado a cabo examinar la integridad deconstrucción materiales como hormigón, acero, madera y más. El objetivo es identificar signos de deterioro, daño, corrosión o cualquier otro problema que afecta estabilidad. (Figura 39).



FIBROCEMENTO		
Características		Fotografía
Compuesto	Fibras, cemento, agua	
Medida	1,22 x 2,44 x 2cm	
Elemento	Cubierta	
LADRILLO - YESO		
Características		Fotografía
Compuesto	Arcilla, tierra	
Medida	26 x 13 x 7cm	
Elemento	Paredes internas	
LADRILLO		
Características		Fotografía
Compuesto	Hormigón, tierra, arcilla cosida	
Medida	e= 30cm	
Elemento	Paredes internas	
MADERA		
Características		Fotografía
Tipo	Eucalipto, nogal	
Medida		
Elemento	Mesas, ventanas, grada, cielo raso,	
CERAMICA		
Características		Fotografía
Compuesto	Arcilla, feldespato.	
Medida	30 x 30cm	
Elemento	Pisos exteriores e interiores.	
ESTUCO PREFABRICADO		
Características		Fotografía
Compuesto	Cal, yeso, metal	
Medida	40 x 40cm	
Elemento	Cielo raso	

Figura 39: Características de materiales en subsuelo.

Fuente y Elaboración: Autor.

2.3 Identificación de patologías

La identificación de lesiones es importante en un análisis arquitectónico, las patologías presentes en el subsuelo debido a factores físicos, Biológicos, mecánicos y químicos (Tabla 1.22). Esta construcción, ha sido objeto de un estudio minucioso para identificar y comprender los

diferentes problemas que surgen de su integridad y funcionamiento. No se tiene fecha exacta de construcción de la edificación, sin embargo, con el paso del tiempo y la falta de mantenimiento adecuado, han surgido diversas patologías que requieren una intervención arquitectónica planificada y cuidadosa.

El proceso de análisis fotográfico incluye una evaluación integral que incluya observación detallada de los elementos internos y externos del edificio preocupado. Este completo la evaluación tiene como objetivo identificar y documentar posibles patologías con muestreo de diversos componentes de la construcción, incluidos estructuras de construcción, revestimientos, instalaciones y cubiertas. (Figura 41). En lo que respecta a la estructura, se busca detectar posibles fisuras, grietas o deformaciones que puedan indicar problemas de estabilidad o degradación. La inspección de los revestimientos se enfoca en identificar daños superficiales, desprendimientos o signos de corrosión.

Tabla 22: Porcentaje de reflexión, absorción, transmisión de materiales con respecto al sonido.

VALORACIÓN		TIPO DE PATOLOGÍA	CONSECUENCIA GENERADO POR LA CAUSA
1=Mantenimiento	A=Muy Bueno	Físico	Mantenimiento, rehabilitación ligera o pérdida del elemento
2=Rehabilitación ligera - media	B=Bueno	Biológico	Mantenimiento con aditivos o rehabilitación para evitar la pérdida del elemento
3=Rehabilitación pesada	C=Regular	Mecánico	Refuerzo del elemento o cambio del mismo debido a sismos o asentamientos axiales
4=Desmoteje/De molición	D=Mal	Químico	Generado por acción de elementos ambientales como consecuencia se debe generar mantenimiento, rehabilitación ligera o rehabilitación pesada

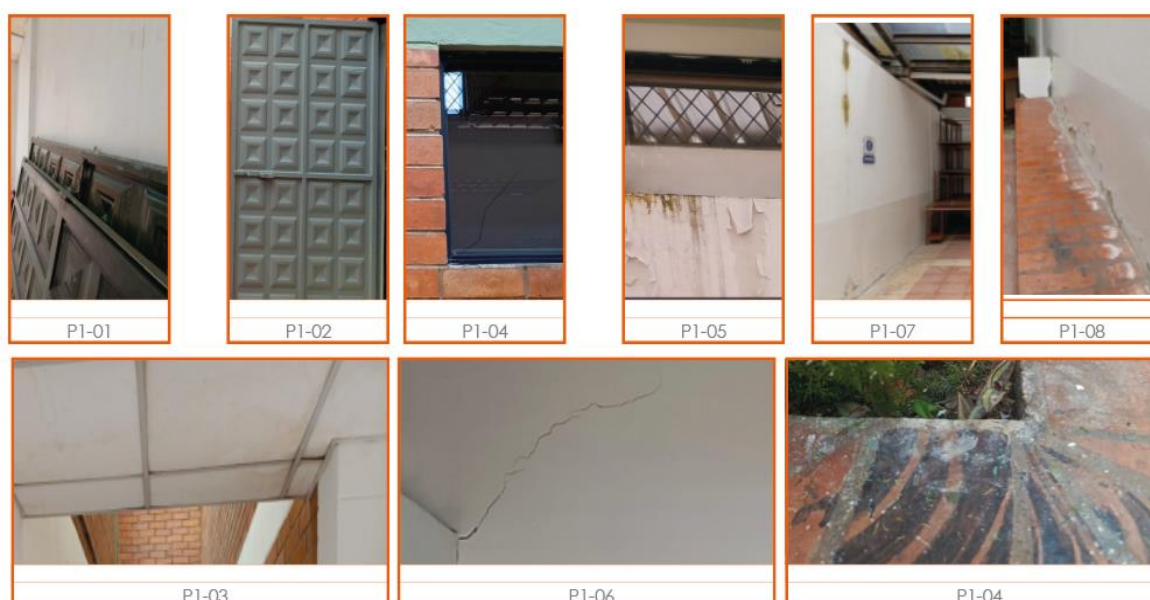


Figura 1.41: Identificación fotográfica de lesiones patológicas.

Fuente: Autor.

El diagnóstico de las patologías es fundamental para entender su origen y gravedad. Se realizan inspecciones visuales, análisis de materiales. Existen diferentes tipos de patologías, que

varían según el elemento constructivo afectado. Algunos ejemplos comunes incluyen fisuras y grietas en paredes y losas (Tabla 23).

Tabla 23: Factores de corrección para coeficiente de reflexión interna.

TABLA DE PATOLOGÍAS EN PLANTA DEL SUBSUELO												
CÓDIGO	TIPO DE PATOLOGÍA	CAUSA	ELEMENTO	ESTADO DEL ELEMENTO				ACTUACIÓN CONSTRUCTIVA				VALORACIÓN
				A	B	C	D	4	3	2	1	
P2-01	Física	Mecánico	Puerta		X				X			B4
P2-02	Física	Humedad	Puerta		X						X	B1
P2-03	Física	Humedad	Cielo raso			X				X		C2
P2-04	Mecánica	Trisadura	Ventana			X				X		C2
P2-05	Biológica	Humedad	Pared			X				X		C2
P2-06	Mecánica	Fisura	Pared		X					X		B2
P2-07	Biológica	Humedad	Pared		X					X		B2
P2-08	Física	Humedad	Asiento		X					X		B2



Figura 42: Identificación en planta de lesiones patológicas.

Fuente: Autor.

El estudio y manejo de patologías en la infraestructura son aspectos fundamentales para garantizar la seguridad y durabilidad de las instalaciones educativas. Un enfoque proactivo hacia el diagnóstico y solución de patologías contribuirá a mantener un ambiente educativo adecuado y funcional, asegurando el bienestar de la comunidad académica y la calidad de las instalaciones (Tabla 24).

Tabla 24: Tabla resumen de patologías.

TABLA DE RESUMEN DE PATOLOGÍAS					
CÓDIGO	AMBIENTES	CÓDIGO	ELEMENTO	PATOLOGÍAS	OBSERVACIONES
P2-01	Sala 1-2-3	Mecánico	Puerta	Física	Grietas en elementos decorativos
P2-02	Sala 1-2-3	Humedad	Puerta	Física	Grietas en elementos decorativos
P2-03	Sala 1-2-3	Humedad	Cielo raso	Física	Desgaste y obsolescencia de fontanería
P2-04	Sala 1-2-3	Trisadura	Ventana	Mecánica	Grietas en elementos decorativos
P2-05	Área común	Humedad	Pared	Biológica	Por humedad y filtraciones en muros
P2-06	Área común	Fisura	Pared	Mecánica	Por humedad y filtraciones en muros

2.4 Análisis de Asolamiento

En los períodos de febrero, marzo y abril, la Universidad de Cuenca enfrenta una notable influencia de la luz solar. Particularmente, el edificio de la Unidad Académica de Ingeniería Civil, Arquitectura y Diseño es alcanzado por los rayos solares de manera perpendicular. La luz del sol penetra directamente de oriente a occidente, brindando una iluminación intensa en las fachadas frontal y posterior del inmueble (Figura 43).

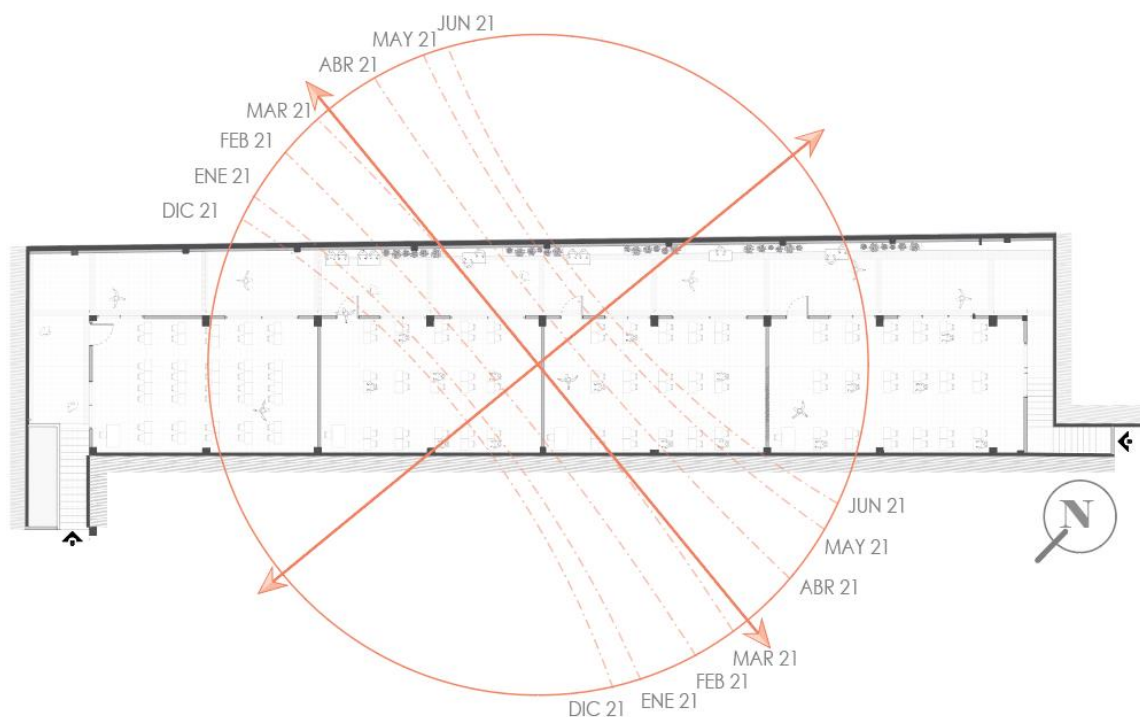


Figura 43: Análisis de soleamiento. Unidad académica de ingeniería.

Fuente: Autor.

2.5 Análisis de Temperatura

Se desarrolla gráfico explicativo para las temperaturas que se generan en el subsuelo los colores más cálidos son entre temperaturas de 15 a 25 grados los colores fríos son temperaturas entre 14 a 10 grados. Existen factores como elementos arquitectónicos que rigen directamente la incidencia de temperaturas en superficies del subsuelo. Sin embargo, los materiales juegan un rol de suma importancia para ideal absorción de temperatura (Figura 44).

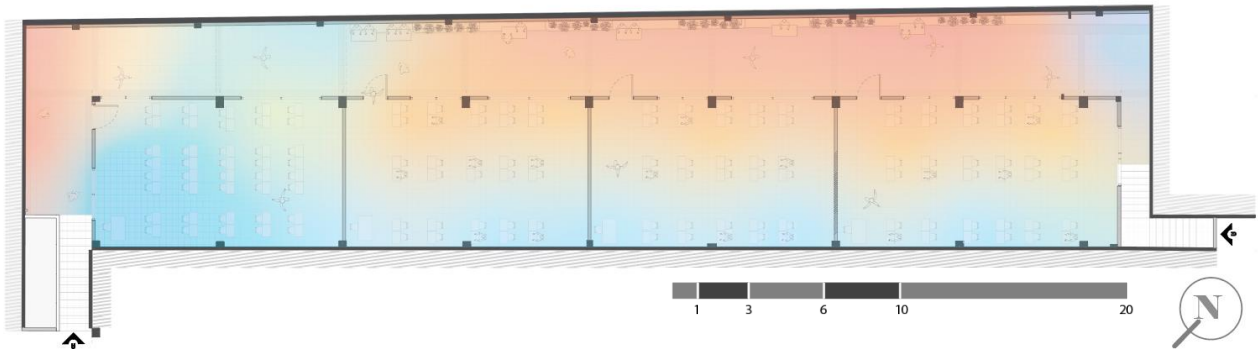


Figura 44: Análisis de temperatura con respecto a colores.

Fuente: Autor.

2.6 Análisis de Vegetación

Dentro de la zona de estudio se encuentra el río Yanuncay, lo cual, gracias a su presencia hace posible la existencia de especies vegetales en mayor porcentaje en cuanto a la zona, cabe recalcar que también existen zonas verdes dentro de la delimitación para el análisis, lo cual hace que se complemente con más especies vegetales. Las especies vegetales más destacadas dentro de esta zona son: arupo, ciprés, eucalipto, sauce llorón, molle y el aliso (Figura 45).

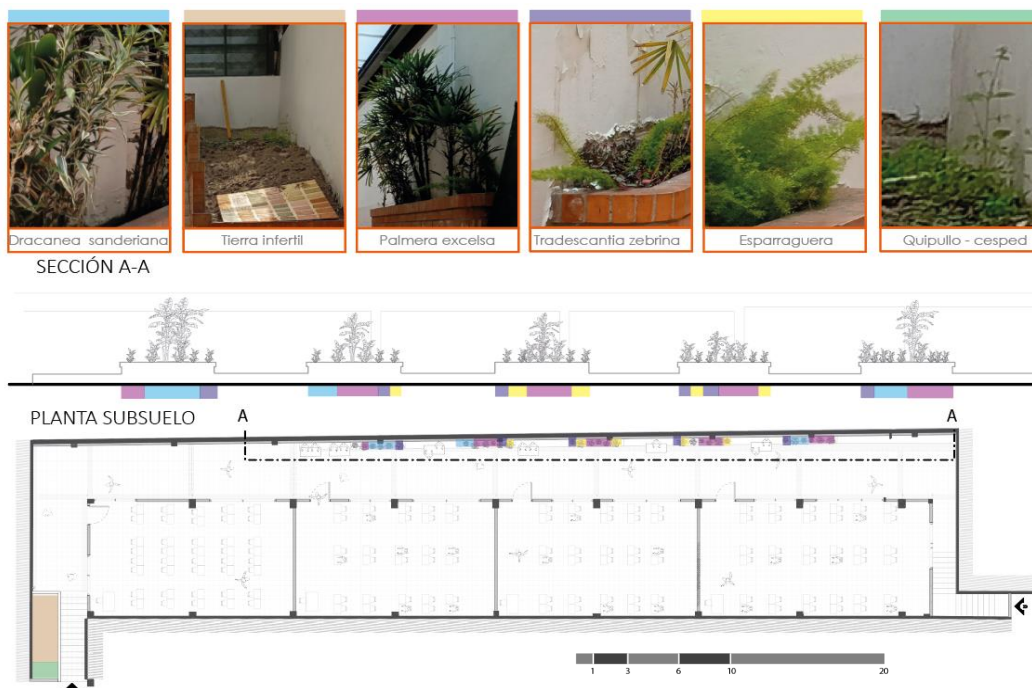


Figura 45: Identificación de los tipos de vegetación en el subsuelo.

Fuente: Autor.

2.7 Análisis de Vistas

Para el análisis de imagen se analiza la infraestructura a partir del tipo de espacio privado y público, en primer lugar, se analizan las visuales del pasillo, áreas de cohesión y residuales, es decir, los recorridos que los usuarios hacen para llegar al espacio de aprendizaje V1-V6. Como un segundo enfoque se analiza las visuales en las aulas con el fin de entender su configuración y los componentes fijos y semi-fijos V7-V12 (Figura 46).

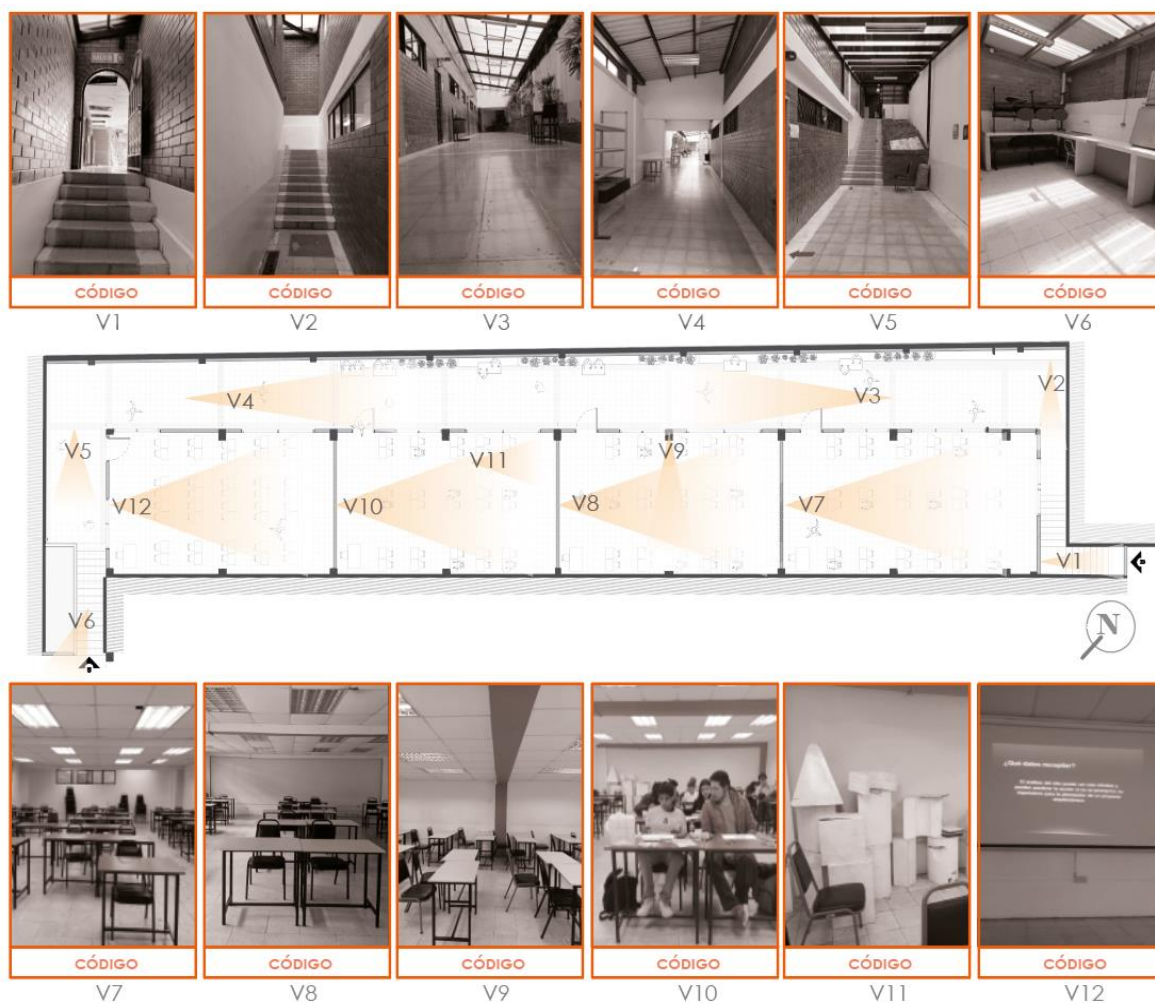


Figura 46: Identificación de las vistas internas y externas del subsuelo.

Fuente: Autor.

V1 y V2, es el ingreso noroeste al subsuelo, es una zona estrecha con un ancho de 1,45m, su iluminación es cenital. V3, es la perspectiva del pasillo desde el aula S01 a laboratorio II, lo primordial de la fotografía es la relación visual que se tiene de un extremo al otro. V4, es la perspectiva del pasillo desde el laboratorio II al aula S01, lo primordial de la fotografía es el punto de fuga. V5, es un espacio residual, pensado para área de vegetación, sin embargo, se encuentra abandonado. V6, espacio residual utilizado actualmente como bodega. V7 a V10, se muestra la configuración del aula S01, S02 y S03 respectivamente, en V11 se identifica que en el aula S03

hay volúmenes de madera con la finalidad de realizar actividades en la materia de representación gráfica. En V12, se identifica elementos electrónicos que forman parte del laboratorio II.

2.8 Análisis de Sonido de dB

En el ámbito educativo, es primordial controlar y saber los decibeles que se tiene, para así poder generar un confort acústico, para captar los datos obtenidos se hizo mediante la aplicación para móvil sonómetro, se tomaron datos de 20 sectores estratégicos, cada uno de 60 segundos, con la finalidad de sacar un mínimo, máximo y promedio de los decibeles en cada sector.

La zona S-1, está ubicada en el pasillo, perpendicular al ingreso del taller S03, en el lapso de un minuto se tiene como mínimo un dB de 37,3, el máximo es de 59 dB y la media estándar es de 45,8dB, es decir, cumple con la normativa para el confort acústico en espacios educativos (Figura 47).

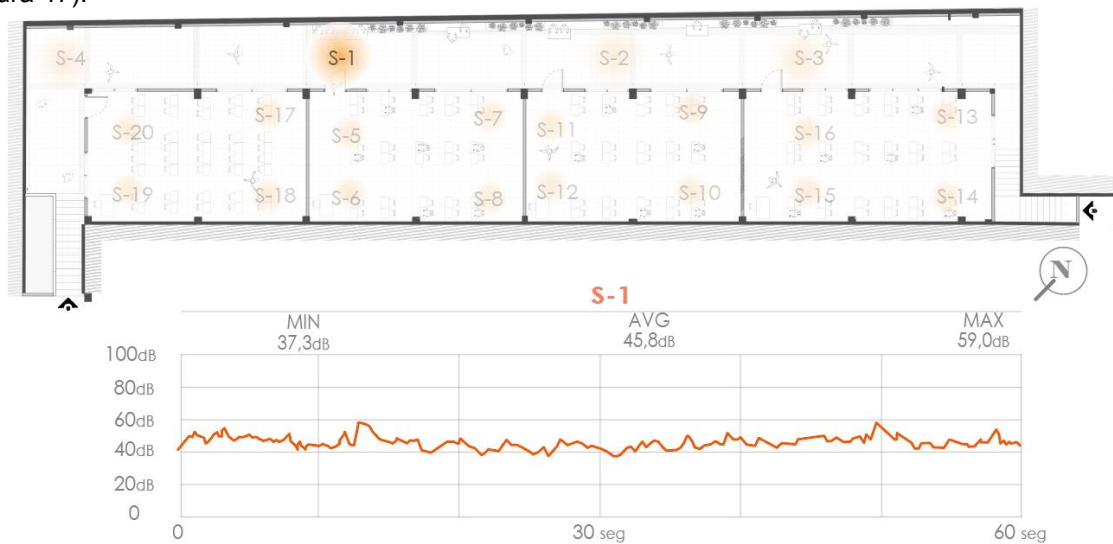


Figura 47: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.

Fuente: Autor.

La zona S-2, está ubicada en el pasillo, perpendicular a la ventana del taller S02, en el lapso de un minuto se tiene como mínimo un dB de 37,0, el máximo es de 61,4 dB y la media estándar es de 48,3dB, es decir, cumple con la normativa para el confort acústico (Figura 48).



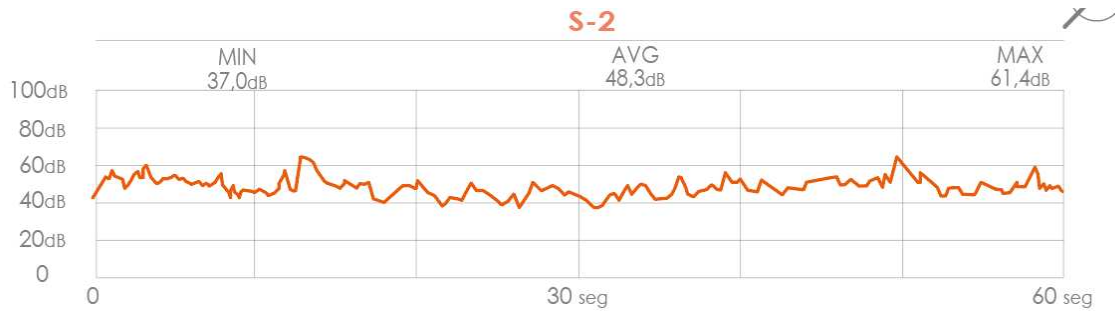


Figura 48: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.

Fuente: Autor.

La zona S-3, está ubicada en el pasillo, perpendicular a la puerta del taller S01, en el lapso de un minuto se tiene como mínimo un dB de 19,40, el máximo es de 66,1 dB y la media estándar es de 52,6dB, es decir, no cumple con la normativa para el confort acústico, ya le lo máximo que puede llegar es 50,00 dB (Figura 49).

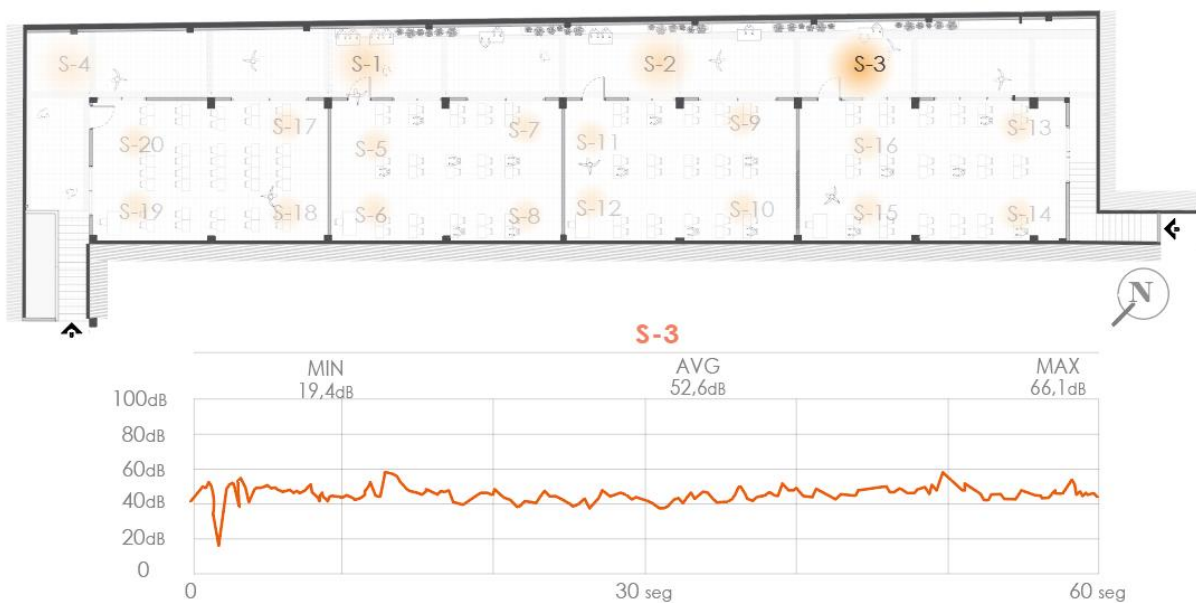
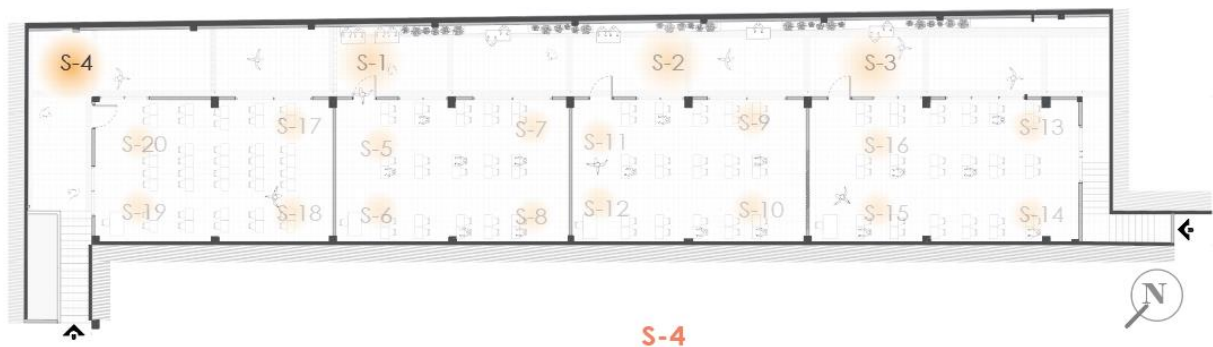


Figura 49: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.

Fuente: Autor.

La zona S-4, está ubicada en el pasillo, perpendicular a la puerta del laboratorio II, en el lapso de un minuto se tiene como mínimo un dB de 37,3, el máximo es de 76,6 dB y la media estándar es de 52,4dB, es decir, no cumple con la normativa para el confort acústico, ya le lo máximo que puede llegar es 50,00 dB (Figura 50).



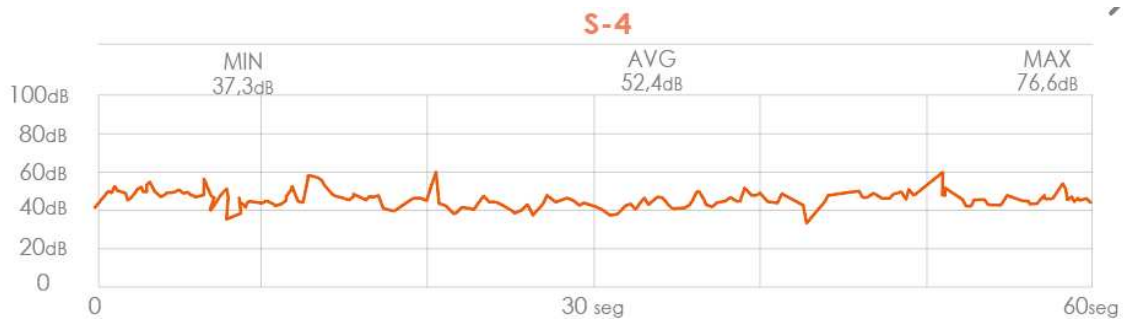


Figura 50: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.

Fuente: Autor.

La zona S-5, está ubicada en el interior del taller S03, en el lapso de un minuto se tiene como mínimo un dB de 29,8, el máximo es de 73,6 dB y la media estándar es de 46,8dB, es decir, cumple con la normativa para el confort acústico (Figura 51).

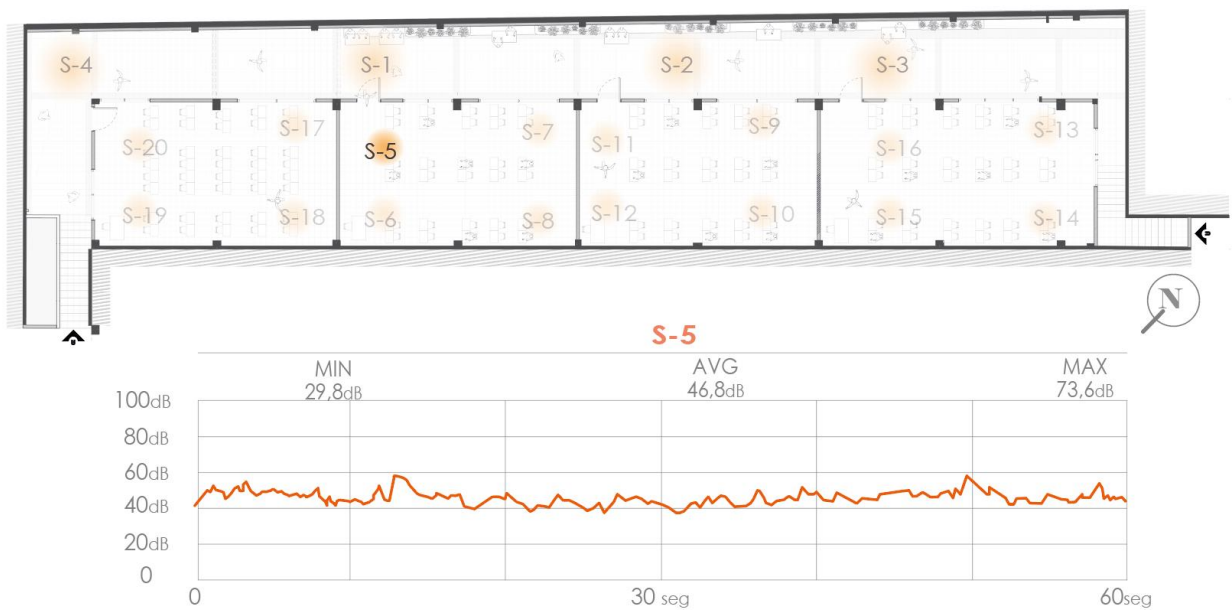


Figura 51: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.

Fuente: Autor.

La zona S-6, está ubicada en el interior del taller S03, en el lapso de un minuto se tiene como mínimo un dB de 32,1, el máximo es de 74,0 dB y la media estándar es de 52,6 dB, es decir, no cumple con la normativa para el confort acústico, ya le lo máximo que puede llegar es 50,00 dB (Figura 52).



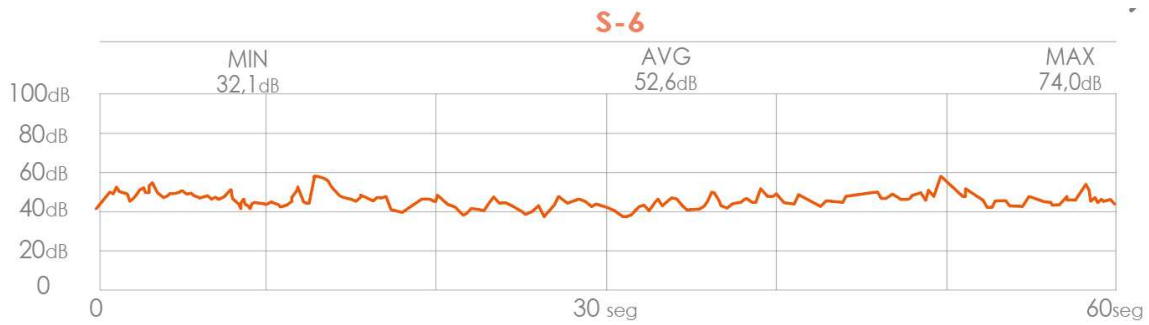


Figura 52: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.

Fuente: Autor.

La zona S-7, está ubicada en el interior del taller S03, en el lapso de un minuto se tiene como mínimo un dB de 34,4, el máximo es de 74,9 dB y la media estándar es de 48,1 dB, es decir, cumple con la normativa para el confort acústico (Figura 53).

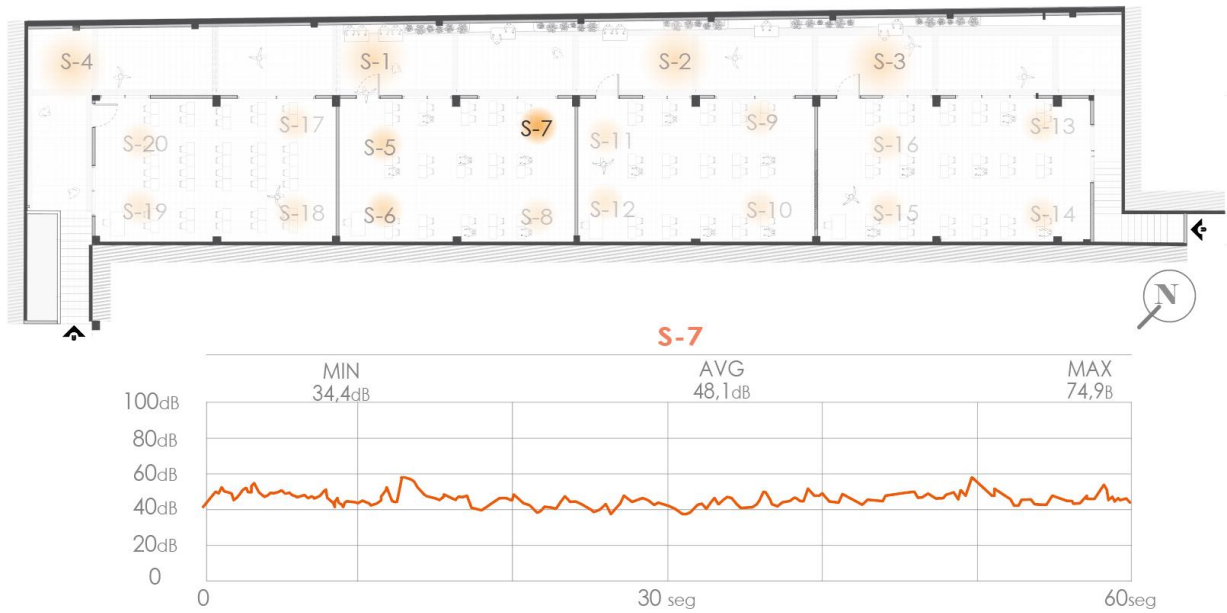


Figura 53: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.

Fuente: Autor.

La zona S-8, está ubicada en el interior del taller S03, en el lapso de un minuto se tiene como mínimo un dB de 33,5, el máximo es de 60,4 dB y la media estándar es de 47,1 dB, es decir, cumple con la normativa para el confort acústico (Figura 54).



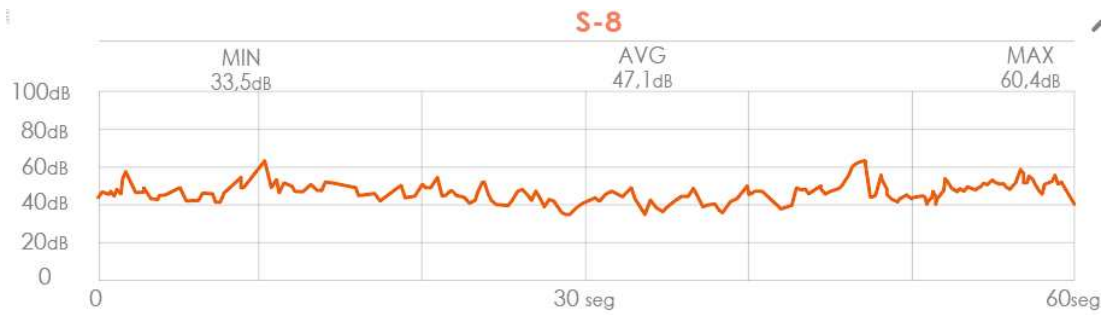


Figura 54: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.

Fuente: Autor.

La zona S-9, está ubicada en el interior del taller S02, en el lapso de un minuto se tiene como mínimo un dB de 34,2, el máximo es de 67,7 dB y la media estándar es de 47,0 dB, es decir, cumple con la normativa para el confort acústico (Figura 55).

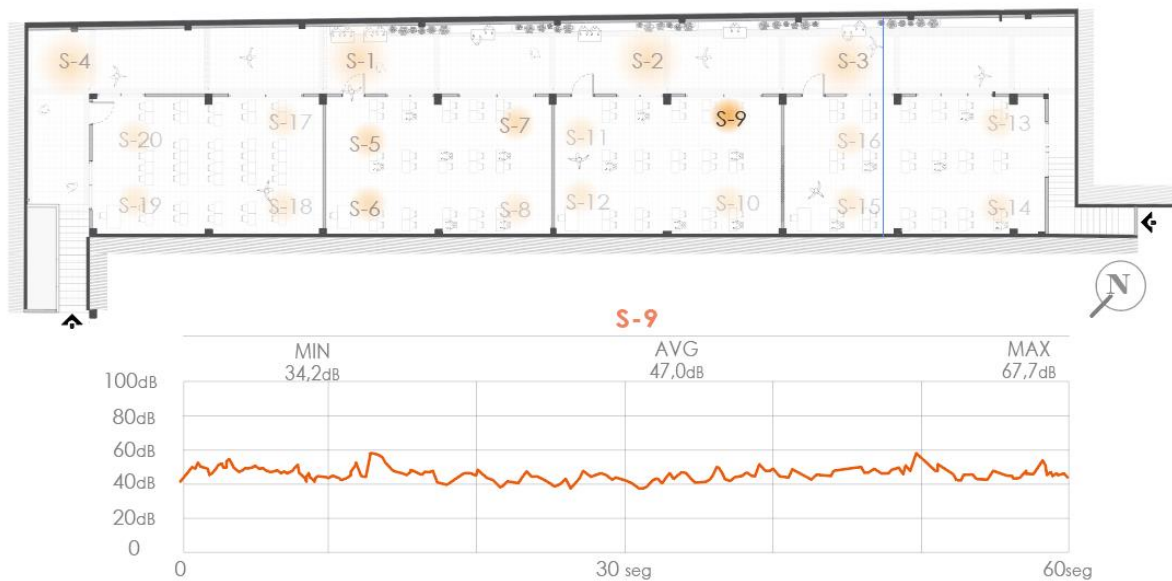


Figura 55: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.

Fuente: Autor.

La zona S-10, está ubicada en el interior del taller S02, en el lapso de un minuto se tiene como mínimo un dB de 31,2, el máximo es de 80,2 dB y la media estándar es de 52,5 dB, es decir, no cumple con la normativa para el confort acústico, ya le lo máximo que puede llegar es 50,00 dB (Figura 56).



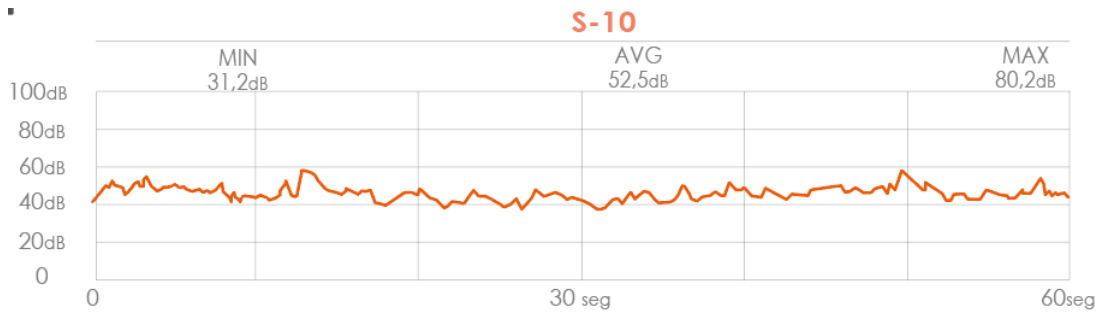


Figura 56: Obtención de los decibelios en el subsuelo por medio de sonómetro.

Fuente: Autor.

La zona S-11, está ubicada en el interior del taller S02, en el lapso de un minuto se tiene como mínimo un dB de 38,4, el máximo es de 69,5 dB y la media estándar es de 53,4 dB, es decir, no cumple con la normativa para el confort acústico, ya le lo máximo que puede llegar es 50,00 dB (Figura 57).

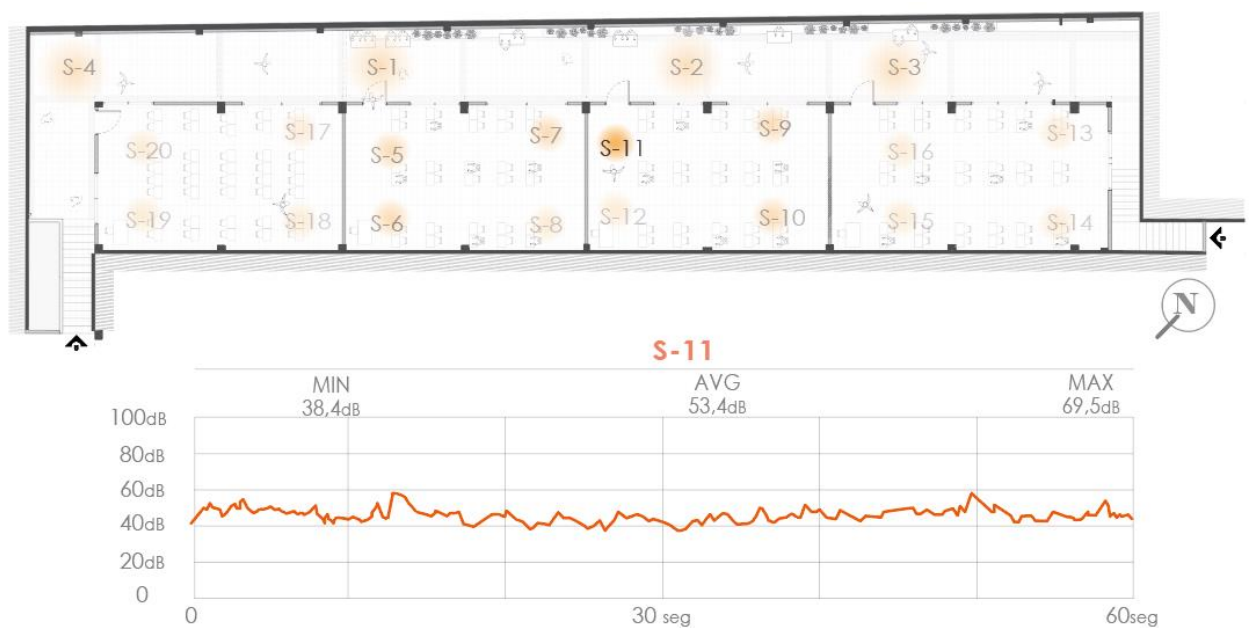
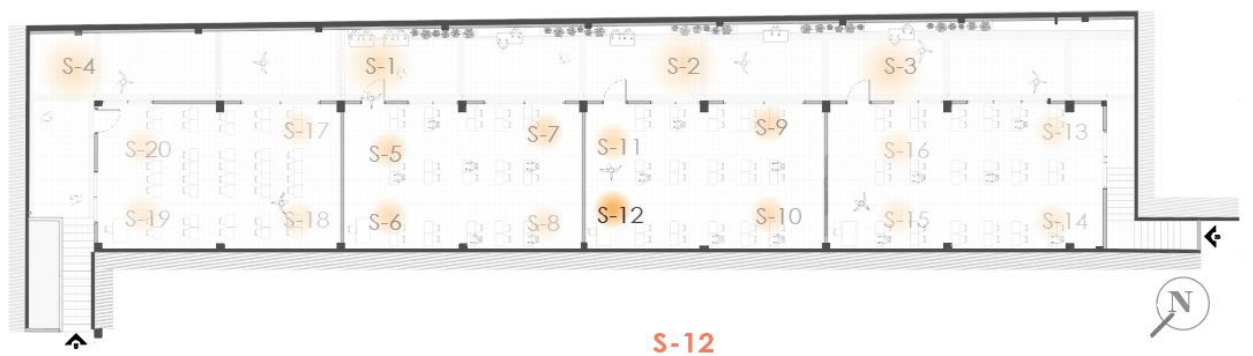


Figura 57: Obtención de los decibelios en el subsuelo por medio de sonómetro.

Fuente: Autor.

La zona S-12, está ubicada en el interior del taller S02, en el lapso de un minuto se tiene como mínimo un dB de 38,9, el máximo es de 68,5 dB y la media estándar es de 54,9 dB, es decir, no cumple con la normativa para el confort acústico, ya le lo máximo que puede llegar es 50,00 dB (Figura 58).



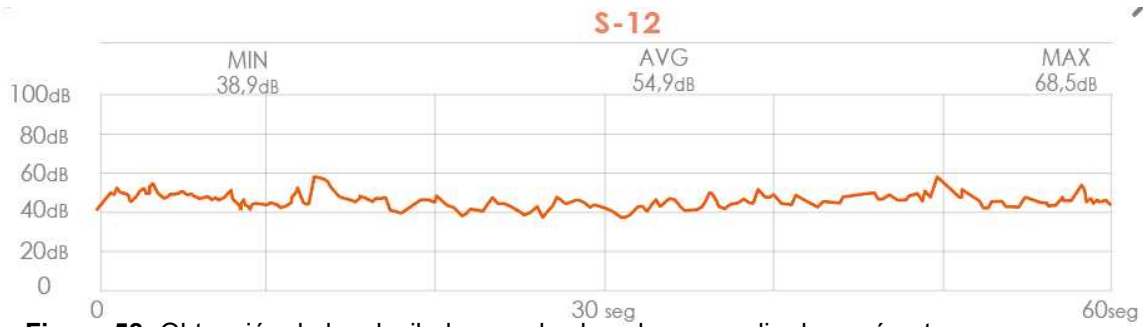


Figura 58: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.

Fuente: Autor.

La zona S-13, está ubicada en el interior del taller S01, en el lapso de un minuto se tiene como mínimo un dB de 33,5, el máximo es de 60,4 dB y la media estándar es de 47,1 dB, es decir, no cumple con la normativa para el confort acústico, ya le lo máximo que puede llegar es 50,00 dB (Figura 59).

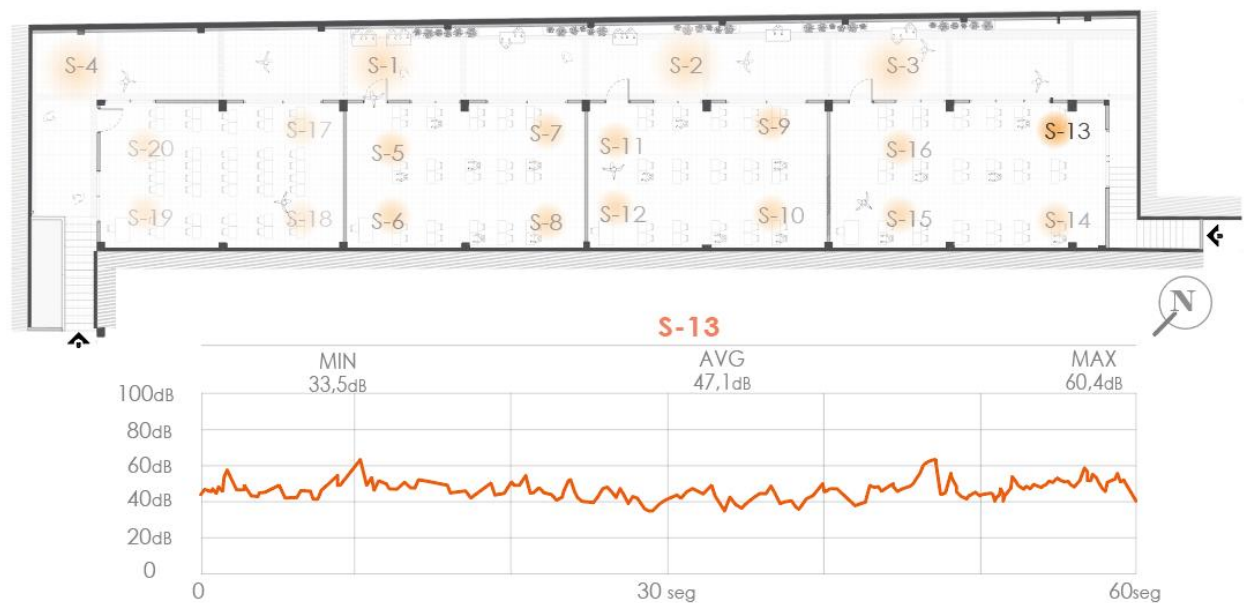


Figura 59: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.

Fuente: Autor.

La zona S-14, está ubicada en el interior del taller S01, en el lapso de un minuto se tiene como mínimo un dB de 41,6, el máximo es de 68,4 dB y la media estándar es de 52,5 dB, es decir, no cumple con la normativa para el confort acústico, ya le lo máximo que puede llegar es 50,00 dB (Figura 60).



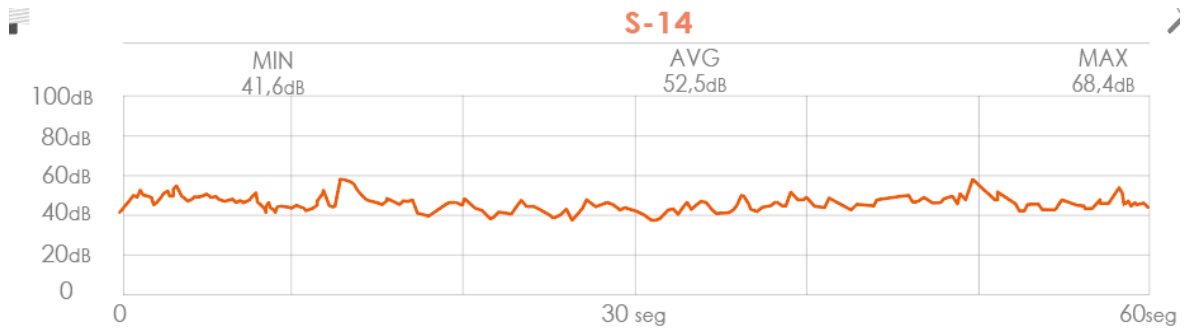


Figura 60: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.

Fuente: Autor.

La zona S-15, está ubicada en el interior del taller S01, en el lapso de un minuto se tiene como mínimo un dB de 37,3, el máximo es de 72,4 dB y la media estándar es de 57,5 dB, es decir, no cumple con la normativa para el confort acústico, ya le lo máximo que puede llegar es 50,00 dB (Figura 61).

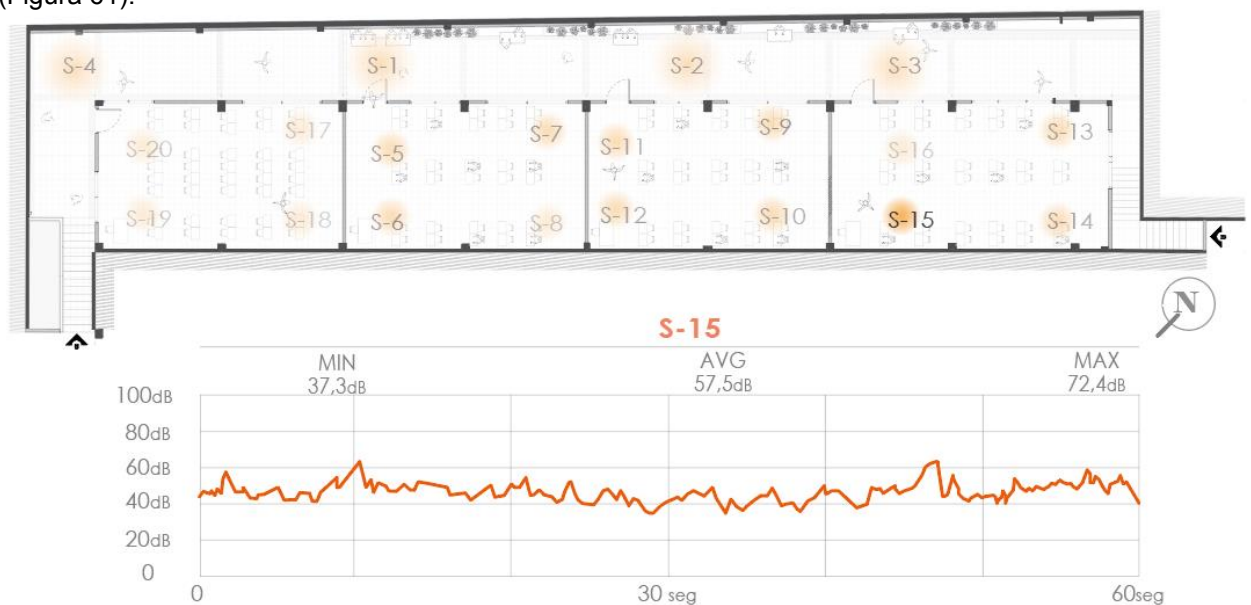


Figura 61: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.

Fuente: Autor.

La zona S-16, está ubicada en el interior del taller S01, en el lapso de un minuto se tiene como mínimo un dB de 33,5 el máximo es de 60,4 dB y la media estándar es de 47,1 dB, es decir, cumple con la normativa para el confort acústico (Figura 62).





Figura 62: Obtención de los decibeles en el subsuelo por medio de sonómetro.

Fuente: Autor.

CAPÍTULO III

3. Implementación del Desing Thinking como herramienta para el desarrollo de proyectos educativos

3.1 Aplicación de la metodología desing thinking

La metodología toma rigor en el campo académico e industrial a finales de la década de los setenta, impulsado por Herbert A. Simmons, al generar un enfoque original y vanguardista, en donde el usuario forma parte del proceso resolutorio mediante colaboración en equipo. Para implementar la metodología se procedió a realizar una previa socialización a las autoridades para tener la respectiva aprobación con el propósito de poder interactuar con los usuarios en el subsuelo de la unidad académica, con el fin de generar la introducción necesaria del proceso de captación de información y del diseño del subterráneo mediante grupos de trabajo compuesto por los cursos y los docentes de las diferentes cátedras impartidas en el espacio de aprendizaje.

El inicio de la aplicación proveniente a la metodología Design Thinking dentro de un entorno educativo implica comprender las cinco etapas del desarrollo centrado en la experiencia del usuario en el espacio físico. La identificación de las deficiencias del entorno mediante los sentimientos, la observación y la experimentación tiene como fin comprender las necesidades del usuario. Si imaginamos la metodología como un círculo compuesto por cinco etapas, es posible realizarlas de manera secuencial o no estructurada. Se debe a que el proceso continuo provoca mejoras y ajustes, impulsando así una retroalimentación interactiva entre las cinco etapas (Figura 63).

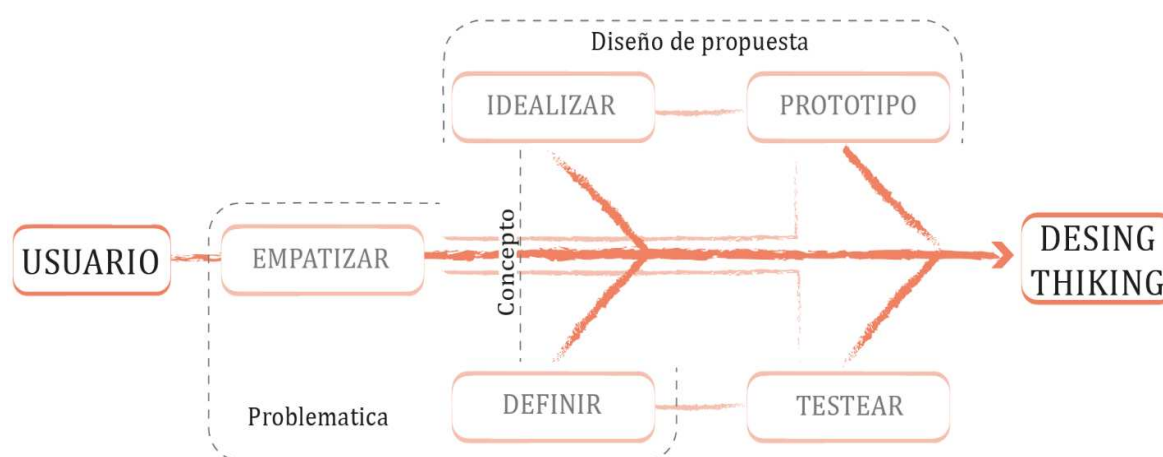


Figura 63: Esquema de aprendizaje de la metodología desing thinking.

Fuente: Carrasco, M. S. M., Audí, N. M., & Hernández, P. G, 2019.

Para recopilar datos cualitativos de manera integral, es esencial abordar a la totalidad de los usuarios que participan tanto como instructores como receptores de clases en el subsuelo de la Unidad Académica. Este enfoque tiene como objetivo garantizar la imparcialidad de la información recopilada y evitar resultados inexactos. Reconociendo la relevancia de obtener datos

de primera mano, las autoridades han permitido generar sesiones de clases focales con el propósito de compartir los objetivos de la tesis, presentar la metodología empleada y recoger las impresiones y retroalimentación directa de los usuarios involucrados. Como primera instancia se especifica que la muestra inicial está compuesta por estudiantes de primer ciclo, segundo ciclo, cuarto ciclo, quinto ciclo, sexto ciclo, séptimo ciclo, octavo ciclo, noveno ciclo y los catedráticos correspondientes a las asignaturas de proyectos arquitectónicos y representación arquitectónica, los cuales en el periodo académico septiembre 2022 – febrero 2023 ocupan las instalaciones del subsuelo de la Unidad Académica (Tabla 25). La finalidad de abarcar diversas etapas de formación académica es tener una perspectiva más completa, precisa y diversa, basada en su experiencia y conocimiento, con el objetivo de englobar un rango más amplio de la población estudiantil, se mejora la validez interna del estudio, aumentando la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Tabla 25: Muestra inicial para recopilación de datos cualitativos.

PERIODO ACADÉMICO SEPTIEMBRE 2022 – FEBRERO 2023									
	1er ciclo	2do ciclo	4to ciclo	5to ciclo	6to ciclo	7mo ciclo	8vo ciclo	9no ciclo	Docentes
Usuarios	92	54	44	61	58	33	18	1	8
Total									369 usuarios

Para la interacción con los usuarios se planifico una pedagogía interactiva que consta en proporcionar los conceptos fundamentales sobre la capacidad creativa a partir de un enfoque dinámico que permite abordar la problemática de manera empática generando relación directa, usuario-diseñador. La metodología pedagógica se orienta a facilitar una comprensión participativa y profunda de los estudiantes de primero a noveno ciclo y docentes, donde los usuarios no solo absorben la información de manera pasiva, sino que también se involucran activamente en el proceso de aprendizaje y ejecución.

La planificación está enfocada en un diálogo constante entre el diseñador y usuario que permite entender y adaptar las necesidades específicas de cada persona mediante interacción bidireccional más dinámica. Que concluye con el objetivo subyacente de generar un entendimiento más profundo y significativo de las necesidades de manera creativa, promoviendo así una relación más sólida y enriquecedora por medio de un itinerario que articule de manera sinérgica la teoría y la práctica con el fin de identificar un patrón de necesidades.

El cronograma de actividades se divide en tres segmentos llevados a cabo en cuatro semanas de trabajo colaborativo entre el receptor y los participantes (Figura 64). El acercamiento inicial se da en la primera semana del 13 al 17 de noviembre, con el 100% de la población, a los cuales se socializa la metodología de manera teórica y práctica abordando las dos primeras fases: empatizar y definir. La segunda semana del 20 al 24 y tercera semana del 27 al 29 de noviembre se plasman los primeros conceptos y modelos en base a la tercera y cuarta fase: idealizar y prototipar, respectivamente. Para finalizar con la quinta fase: testear, se ejecutó en la tercera y

cuarta semana del 30 de noviembre al 8 de diciembre, se enfocó en evaluar las soluciones planteadas mediante un juicio de expertos que aporta una perspectiva especializada y criterios fundamentados, considerando tanto la viabilidad técnica mediante la valoración crítica e identificando deficiencias en el diseño y posibles mejoras en las diferentes etapas.

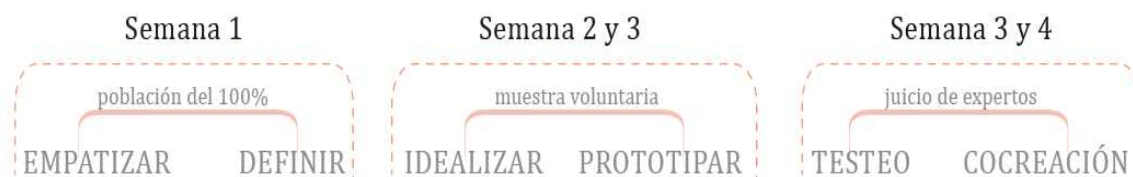


Figura 64: Cronograma de actividades para la aplicación del desing thinking.

Fuente: Autor.

En la fase de planificación se optó por establecer metas específicas que se abordan en cada paso del proyecto. Es contar con un sólido marco organizativo que sirva como directriz para aplicar la metodología (Figura 65). Cada fase tiene una estructura básica con objetivos específicos que sirven como partes integrales del proceso dinámico y evolutivo que se genera en los talleres colaborativos debido a la interacción continua de los usuarios.

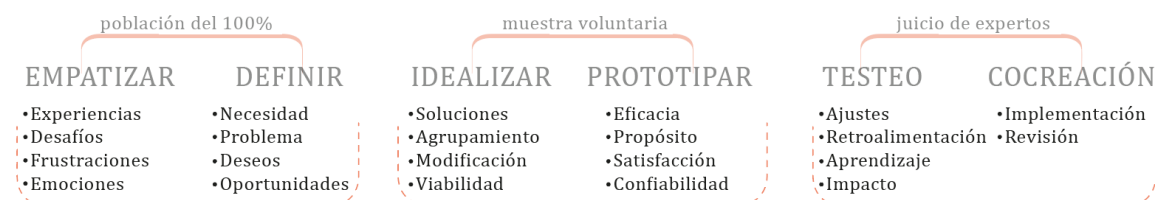


Figura 65: Marco organizativo de los objetivos, en las etapas del desing thinking.

Fuente: Autor.

3.2 Implementación de las fases del desing thinking



Figura 66: Implementación de las fases desing thinking.

Fuente: Autor.

Es importante implementar la metodología en el contexto actual, no obstante, la participación activa de los usuarios ha quedado en segundo plano, debido a los ajustes e implementaciones actuales en la infraestructura que ha tenido el subterráneo de la Unidad Académica, las soluciones no son coherentes ni enfocadas en el bienestar de los usuarios. Por

medio de las etapas del Design Thinking se pone en marcha la participación activa de los usuarios para garantizar soluciones efectivas en el entorno educativo. A continuación, se aborda el proceso de las cinco fases en el contexto educativo del subsuelo de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción (Figura 66).

3.2.1 Empatizar

En la primera fase se recopiló información de todos los ciclos con el fin de entender las necesidades y experiencias de cada usuario, mediante interacciones directas con los grupos focales, en las sesiones de trabajo se realizó entrevistas interactivas con turnos de intervención, con el objetivo de empatizar y comprender cómo se percibe el espacio en la actualidad, a través de las experiencias vividas en el subsuelo de la unidad académica.

3.2.2 Definir

En la segunda fase, se definió los problemas a partir de las experiencias y desafíos durante la recopilación de información en cada ciclo. A partir de un análisis de los datos obtenidos por la interacción, se delinearón los aspectos cruciales y patrones recurrentes para definir los problemas más concurrentes entre los usuarios, comprendiendo de manera clara las percepciones a través de la participación, con el objetivo de profundizar en las necesidades de manera más detallada.

3.2.3 Idear

En sesiones de grupo con los participantes voluntarios, se abordan los desafíos al socializar los problemas concurrentes que se identificaron en la segunda etapa con la finalidad de orientar las ideas hacia soluciones creativas e innovadoras, centrándose en identificar una carencia específica como punto de partida para iniciar una dinámica que explore soluciones que conecten los distintos problemas. La ejecución se realiza a partir de conocer el estado actual del subsuelo mediante un plano arquitectónico para luego proporcionarles otro plano solo estructural del edificio que les permita plasmar sus ideas. Este enfoque nos permite tener un criterio de impacto y viabilidad en el espacio real para seleccionar ideas con el potencial de generar un impacto significativo.

3.2.4 Prototipar

Tomando como punto de partida las ideas materializadas en los planos, se procede a seleccionar las ideas, evaluando su viabilidad y el potencial que tiene para mejorar la calidad de aprendizaje. Al obtener soluciones primigenias se crean maquetas volumétricas y digitales, que nos permiten captar información que se traduce en mejoras para alcanzar una versión final.

3.2.5 Testear

La metodología concluye evaluando la aceptación del prototipo, mediante retroalimentación de los usuarios después de socializar el diseño mediante, planos

arquitectónicos, visualizaciones 3D y un acercamiento de la propuesta en realidad virtual. Posteriormente, se llevan a cabo los ajustes pertinentes de la propuesta y se procede a una revisión a través de un juicio de expertos para garantizar la calidad y efectividad de la propuesta.

3.3 Ejecución de la metodología desing thinking

3.3.1 Empatía

Para comprender al usuario implica conocer el entorno de aprendizaje, observar y escuchar sus experiencias que tienen día a día en el subsuelo de la unidad académica. Este proceso implica estar presente e interactuar con los usuarios para poder captar las sutilezas del ambiente educativo y ser receptivo a las interacciones que surgen en la vida diaria de los usuarios.

A abordar el entorno educativo a través de las clases interactivas se percibe diferentes dinámicas sociales que van ligadas a los docentes y su interacción pedagógica en el aula. Para tener una adecuada dinámica con los usuarios y fomentar la confianza para expresar sus pensamientos y experiencias, primero se debe generar un vínculo de cercanía desde la primera interacción, al tener un interés auténtico en sus opiniones se establece un vínculo que permite a los usuarios sentirse cómodos al compartir sus experiencias y facilita a la adecuada recolección de datos. (Figura 67) se aborda a los usuarios en las aulas a través del aprendizaje dinámico, enfocándose en la participación activa.



Figura 67: Aprendizaje dinámico con usuarios del subsuelo.

Fuente: Autor.

Al desarrollar clases interactivas para cada ciclo, la meta es transformar la interacción tradicional eliminando el statu quo de las aulas. Al incluir nuevas pedagogías, como el uso de diapositivas, promueve la enseñanza visual y dinámica. Además, se incorpora herramientas didácticas como la “Exploración creativa” con este instrumento se recopiló los pensamientos y experiencias a través de comentarios constructivos registrados en notas adhesivas, para documentar de manera eficaz y bien estructurada, generando un proceso más significativo y eficiente (Figura 68). Otra herramienta didáctica aplicada es el “diálogo circular” para el intercambio continuo de perspectivas. La estrategia inicia con el moderador lanzando una pelota,

donde cada participante expresa sus pensamientos, este enfoque promueve la comprensión mutua creando un ambiente colectivo (Figura 69).

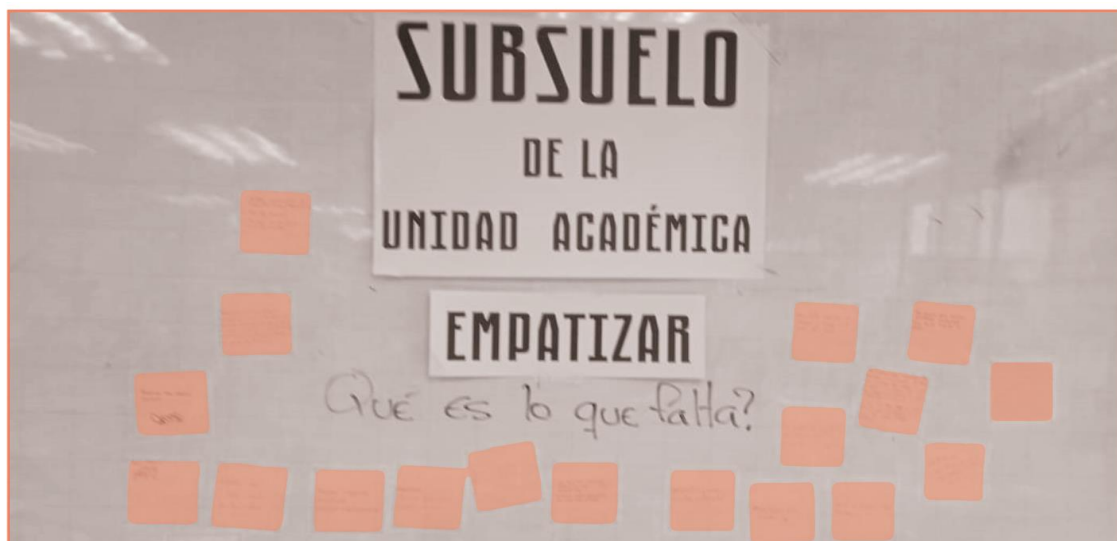


Figura 68: Exploración creativa por parte de los usuarios para empatizar.

Fuente: Autor.



Figura 69: Socialización de experiencias de los usuarios – ambiente colectivo.

Fuente: Autor.

La primera fase se planifica para abordar de manera integral a toda la población que hace uso de las instalaciones del subsuelo de la unidad académica (Tabla 26). Al participar en la interacción con cada uno de los usuarios, el objetivo primordial consiste en adquirir un conocimiento exhaustivo acerca de las actividades curriculares, recreativas y las vivencias que se desarrollan en este contexto específico. Se busca obtener una comprensión profunda y detallada de las distintas dinámicas que caracterizan las experiencias de los usuarios en este entorno, con el fin de proporcionar un servicio más personalizado y adaptado a sus necesidades individuales.

Tabla 26: Población de septiembre 2022 – febrero 2023.

POBLACIÓN DE USUARIOS SEPTIEMBRE 2022 – FEBRERO 2023					
	Asignatura	Paralelo "A"	Paralelo "B"	Paralelo "C"	Total
1er ciclo	Representación arquitectónica I	31	33	28	92
2do ciclo	Representación arquitectónica II	28	26	—	54
4to ciclo	Proyectos IV	22	22	—	44
5to ciclo	Proyectos V	30	31	—	61
6to ciclo	Proyectos VI	27	31	—	58
7mo ciclo	Proyectos VII	23	10	—	33
8vo ciclo	Proyectos VIII	18	—	—	18
9no ciclo	Proyectos IX	1	—	—	1
Docentes					8
					369

Para poder obtener el feedback de los usuarios, se empleó el método “expresión creativa”. Se realizó una pregunta de respuesta abierta de manera holística, cada participante debió anotar sus respuestas en notas adhesivas. Esta técnica permitió explorar, conocer las experiencias de los usuarios, obteniendo datos cuantitativos como cualitativos debido a la complejidad inherente en este contexto educativo. El enfoque se centra en captar las percepciones, perspectivas y aspectos emocionales.

La información recopilada mediante la expresión creativa, se tabula con el propósito de identificar patrones comunes, realizar comparaciones y observar tendencias. Estos patrones reflejan las experiencias similares de los usuarios. Con el objetivo de organizar y proporcionar una estructura coherente para presentar los resultados, este proceso permite destacar visualmente los patrones de manera organizada (Figura 70). El gráfico ilustra las ideas positivas y negativas identificadas en el entorno educativo. Cada aspecto común se representa mediante un globo de diálogo, asociado al porcentaje que indica la proporción de usuarios que comparte la experiencia. De la muestra total, destaca que el 13,23% de experiencias son positivas, mientras que el 86,77% son negativas, la más recurrente, mencionada por 49 usuarios, es comentando la distracción constante del ruido exterior proveniente de la Unidad Educativa Alberto Andrade Arizaga-Brumel, equivalente al 12,19% de la población. En segundo lugar, en cuanto a menciones se encuentra la incomodidad generada por olores exteriores, provenientes del restaurante o internos, como los malos olores y de materiales. Por último, la tercera más común es el sentimiento de aislamiento que generan los espacios de aprendizaje.

Los porcentajes, varían desde el más alto registrado, 12,19%, hasta el más bajo, el 2,83%, enfatizan la diversidad de experiencias y la necesidad de abordar cada problemática de manera específica. Los datos sugieren que la diversidad de experiencias genera hábitos positivos o negativos a largo plazo para los estudiantes y docentes.

Al conocer las experiencias de los usuarios, se genera un vínculo entre la comunidad educativa y el diseñador para la gestión del entorno educativo, que permite en siguientes fases una acertada toma de decisiones. Las experiencias positivas se deben preservar y fortalecerse, al ser un fundamento sólido sobre el cual desarrollar futuras iniciativas, reconociendo y ampliando aquellas prácticas que han demostrado ser beneficiosas para el bienestar y el rendimiento de los

estudiantes. Las experiencias negativas que dificultan a los usuarios, se van a abordar en la segunda etapa para definir las problemáticas.

En resumen, el conocimiento y la comprensión de las experiencias de los usuarios no solo sirven como un indicador de los desafíos a abordar, sino que también establecen las bases para la creación de un entorno educativo que respalde el crecimiento integral de la comunidad estudiantil. Este enfoque centrado en el usuario es esencial para construir un espacio educativo que no solo cumpla con los estándares académicos, sino que también promueva el bienestar y la realización personal de cada usuario.

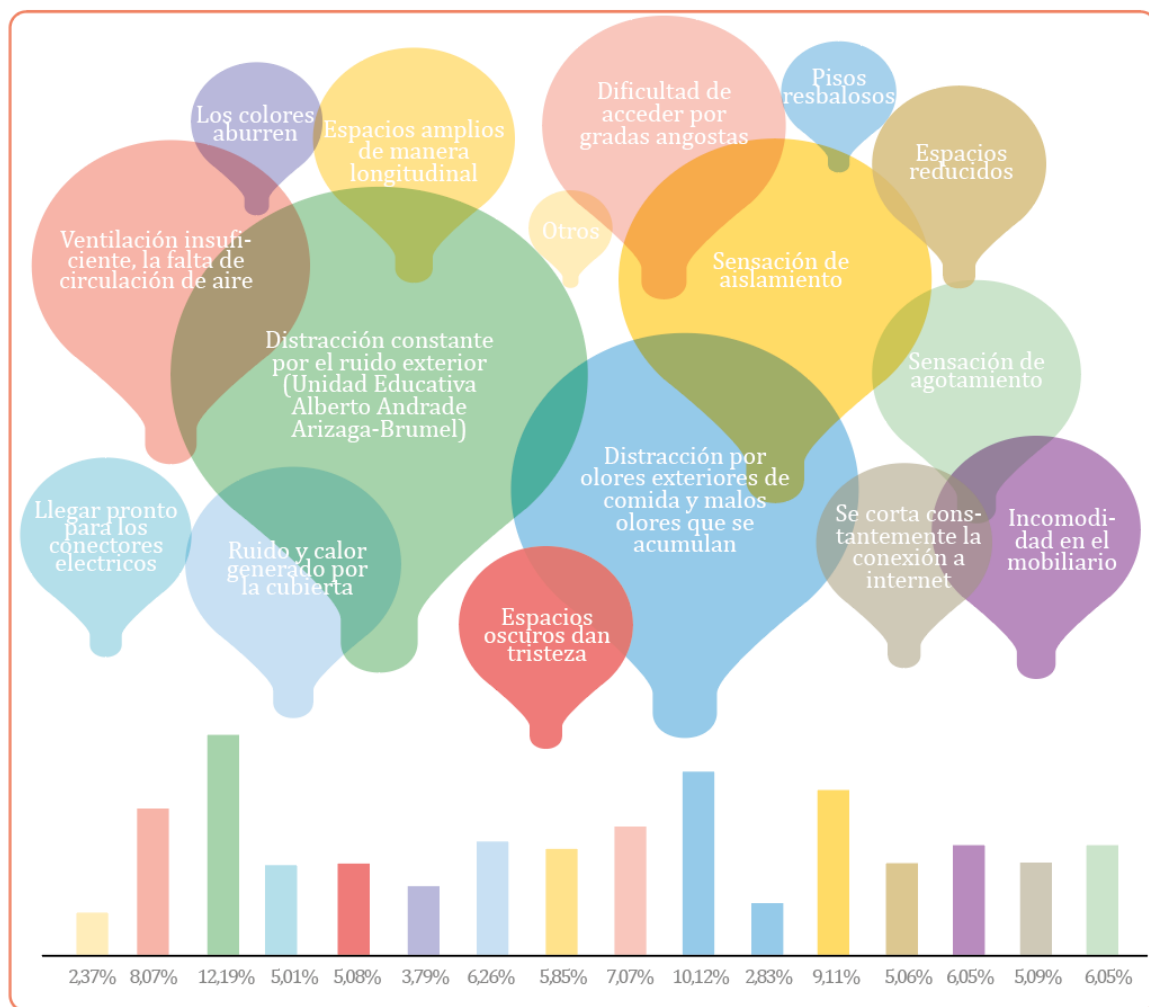


Figura 70: Tabulación de experiencias de la población.

Fuente: Autor.

3.3.2 Determinar patrones (definir)

Al conocer en su mayoría, las experiencias de los usuarios, se utiliza como punto de partida para identificar las problemáticas. La relación directa entre la primera fase y segunda es primordial, ya que la interacción con los ocupantes que experimentan las dificultades permite asociar experiencias negativas con los problemas que surgen en su entorno.

La conexión entre la recopilación de experiencias y la identificación de problemáticas es esencial. A través de la interacción directa con toda la población, se obtiene una perspectiva valiosa que va más allá de los datos cuantitativos. Este proceso implica no solo reconocer los aspectos negativos, sino también comprender las percepciones y sentimientos que rodean la situación.

La segunda etapa, que también se lleva a cabo en la primera sesión, tiene como objetivo permitir a los usuarios establecer una conexión directa entre sus experiencias negativas con los problemas que enfrentan cotidianamente en el subsuelo de la unidad académica (Figura 71). Para poder conocer las opiniones se fomenta la exploración creativa acompañado de diálogos personales que permiten recopilar información, estos intercambios de experiencias a partir de un problema crea un ambiente propicio para la expresión libre y la difusión de obstáculos que tienen las aulas para un adecuado aprendizaje.



Figura 71: Diálogo de los usuarios sobre sus experiencias negativas.

Fuente: Autor.

La información recolectada en las sesiones de trabajo colaborativo, se organiza minuciosamente con el objetivo preciso de discernir patrones compartidos. Más allá de simplemente facilitar comparaciones y la detección de tendencias, este proceso simplifica la presentación visual sistemática de los patrones negativos, reflejando las deficiencias colectivas de los usuarios. La finalidad última es establecer una estructura lógica que permita exponer los resultados de forma diáfana y accesible. Esto no solo propicia una comprensión profunda de los descubrimientos, sino que también respalda una toma de decisiones informada y estratégica. En esencia, se busca transformar la complejidad de los datos en una narrativa visual que no solo informe, sino que también inspire acciones fundamentadas (Figura 72).

El gráfico despliega las deficiencias y problemáticas identificadas en el entorno educativo. Cada desafío se representa a través de un globo de diálogo, vinculado a un porcentaje que refleja la frecuencia con la que los participantes lo han experimentado. Analizando la totalidad de los datos recabados, se evidencian 19 problemas recurrentes mencionados por los usuarios, con una tendencia que no supera el 10% para cada ítem. Estos resultados sugieren una distribución relativamente uniforme, destacando la necesidad de abordar múltiples aspectos para mejorar de

manera integral el entorno educativo. La ausencia de un rango de importancia evidente, subraya la relevancia a considerar cada problemática de manera igualitaria. Entre los valores, se evidencia la problemática más común, con 29 usuarios, equivale al 7,8%, que mencionan la iluminación insuficiente en los espacios de aprendizaje. Como segunda problemática, se destaca la falta de espacios para la exposición de maquetas y proyectos, con un 6,7% de la población. En tercer lugar, se aborda dos problemáticas con el 5,9%, es decir 22 usuarios respectivamente comentaron que hay deficiencia en la tecnología de las aulas y una ventilación inadecuada.



Figura 72: Tabulación de definición de la población.

Fuente: Autor.

En el siguiente análisis, se detallan todos los problemas utilizando el marco del "Golden Circle" creado por Simon Sinek en 2009. Este enfoque busca comprender y definir el "why" (por qué), "how" (cómo) y "what" (qué) de cada situación problemática (ver Tabla 27). La intención es proporcionar una descripción completa y comprensible de cada problema, estableciendo así una base sólida para abordar eficazmente cada desafío en las fases subsiguientes. Este método no solo permite identificar las manifestaciones externas de los problemas ("what"), sino que también indaga en los procesos y motivaciones subyacentes ("how" y "why"), facilitando una comprensión integral que potenciará las estrategias de solución a implementar en etapas posteriores del proceso.

Ante las problemáticas mencionadas, se puede inferir que la Unidad Académica enfrenta desafíos en las áreas de trabajo y mobiliario. Después de identificar el qué, el cómo y el porqué de los problemas que enfrentan los usuarios de la unidad académica, se procede a identificar patrones de similitud entre los problemas (Figura 73). Esto tiene como objetivo la unificación de las problemáticas en secciones específicas, permitiendo así un análisis más estructurado y la implementación de soluciones focalizadas. En esta etapa, se trabajará en la elaboración de mapas de patrones conectando ideas comunes para proporcionar información clave para la posterior implementación de mejoras y ajustes necesarios.

Tabla 27: Definición de los problemas, con la metodología Golden Circle.

DEFINICIÓN DE LOS PROBLEMAS, A PARTIR DEL WHAT, HOW, WHY			
	WHAT (QUÉ)	HOW (COMO)	WHY (POR QUÉ)
Ruido exterior	¿Qué presencia de ruido externo afecta el entorno de aprendizaje?	¿Cuáles son las fuentes principales y en qué momentos es más problemático?	Proviene principalmente de la escuela, en las horas de receso y actividades cívicas.
Iluminación insuficiente	¿Qué afecta a la experiencia de aprendizaje y la comodidad de los usuarios?	Negativamente, debido a la distribución de las luces fluorescentes en el techo.	La eficacia varía, con áreas más oscuras cerca de las esquinas de las aulas.
Sis. de evacuación	¿Qué problemas se identifica en el sistema actual de evacuación de los usuarios?	Existen puntos críticos o como se pueden implementar en el contexto educativo.	Se ha observado confusión y congestión en ciertos puntos de encuentro.
Dificultades en los accesos	¿Qué obstáculos y desafíos relacionados con los accesos se convierte en barreras?	¿Cómo afecta esto la experiencia general de los usuarios y su accesibilidad?	Los accesos actuales son puertas estrechas, creando dificultades en la movilidad.
Falta de espacios especializados	¿Qué hace falta en las áreas dedicadas a actividades específicas?	Son espacios genéricos y no se adaptan adecuadamente a actividades específicas.	Deben de ser especializados para fomentar un entorno propicio para act. específicas.
Problemas de almacenamiento para materiales y maquetas	¿A la falta de espacios que ayuden a la organización, preservación de materiales y maquetas, en los espacios de aprendizaje?	¿Cómo se gestiona la disponibilidad de materiales y cuales son los problemas específicos del almacenamiento?	Abordar los problemas de almacenamiento es crucial para preservar y mantener los materiales en condiciones óptimas.
Falta de espacios al aire libre	Ausencia de áreas al aire libre destinadas para actividades y descanso.	No hay áreas designadas al aire libre; los espacios exteriores son limitados.	Limita al desarrollo de actividades variadas y afecta negativamente al usuario.
Limitaciones en la exposición	¿Cómo se lleva a cabo actualmente la exposición de maquetas y proyectos?	La exposición de maquetas y proyectos se limita por la falta de áreas especializadas.	La limitación en la exposición afecta la visibilidad y comprensión de los trabajos.
No hay gestión de residuos	Ausencia de un sistema organizado para la gestión de residuos en el entorno educativo	Actualmente, no hay un sistema organizado; los residuos se depositan en contenedores generales sin clasificación.	La falta de gestión de residuos contribuye a la contaminación y dificulta las prácticas sostenibles.
Condiciones térmicas inestables	¿Qué afecta a la variaciones inestables en las condiciones térmicas en las aulas?	¿Cómo fluctúan las condiciones térmicas en los espacios? ¿Existen problemas de calefacción o refrigeración?	Las condiciones térmicas inestables generan incomodidad, afectando la concentración y el bienestar general de los usuarios.
Temperaturas extremas	Exposición a temperaturas extremas dentro de los espacios.	¿Cómo se manifiestan las temperaturas extremas en áreas específicas?	Las temperaturas extremas afectan negativamente el confort y la productividad.
Limitaciones en el mobiliarios	¿Qué consecuencias tiene la carencia de mobiliario adecuado, la versatilidad y en la eficacia del aprovechamiento?	El mobiliario actual es limitado y no siempre se adapta a las necesidades específicas de los usuarios.	Las materias que se dan en el subsuelo necesita mobiliario especializado para actividades de dibujo.
Ventilación inadecuada	¿Qué impacto tiene la falta de ventilación en la calidad del aire dentro de las aulas?	¿Cómo se ventila actualmente el entorno? ¿Existen problemas de circulación de aire?	La ventilación inadecuada contribuye a la mala calidad del aire, afectando la salud.
áreas verdes	Escasez de áreas verdes o entornos naturales en el subsuelo.	¿Existen zonas naturales o elementos que fomenten la conexión con la naturaleza?	La presencia de áreas verdes es limitada, con pocas zonas que impactan el entorno.
Efectos sonoros por el material	¿Qué efectos sonoros no deseados generan por el material utilizados?	¿Cómo se manifiestan los efectos sonoros en relación con el material?	Materiales utilizados generan ruido afectando la calidad acústica de los espacios.
Limitaciones de acceso para personas con movilidad reducida	¿Qué zonas específicas dentro de las instalaciones presentan mayores desafíos en términos de accesibilidad para personas con movilidad reducida?	¿Cuáles son las principales barreras físicas que impiden el acceso fácil y seguro para personas con movilidad reducida?	Estas limitaciones generan una experiencia excluyente, limitando la participación activa y la movilidad independiente de las personas con discapacidades.
Limitaciones tecnológicas	¿Cuáles son las principales áreas donde se observan limitaciones tecnológicas?	¿Cómo se reflejan las limitaciones tecnológicas en la eficiencia de aprendizaje?	Restringen el acceso a recursos en línea y limitan la participación interactiva.
Sensación de confinamiento	¿Por qué las sensaciones de confinamiento pueden ser perjudiciales para el bienestar psicológico de los usuarios?	¿Cómo se manifiestan concretamente las sensaciones de confinamiento?	Las sensaciones de confinamiento pueden generar ansiedad y estrés al limitar la sensación de espacio y libertad.

PATRONES DE SIMILITUD DE LOS PROBLEMAS

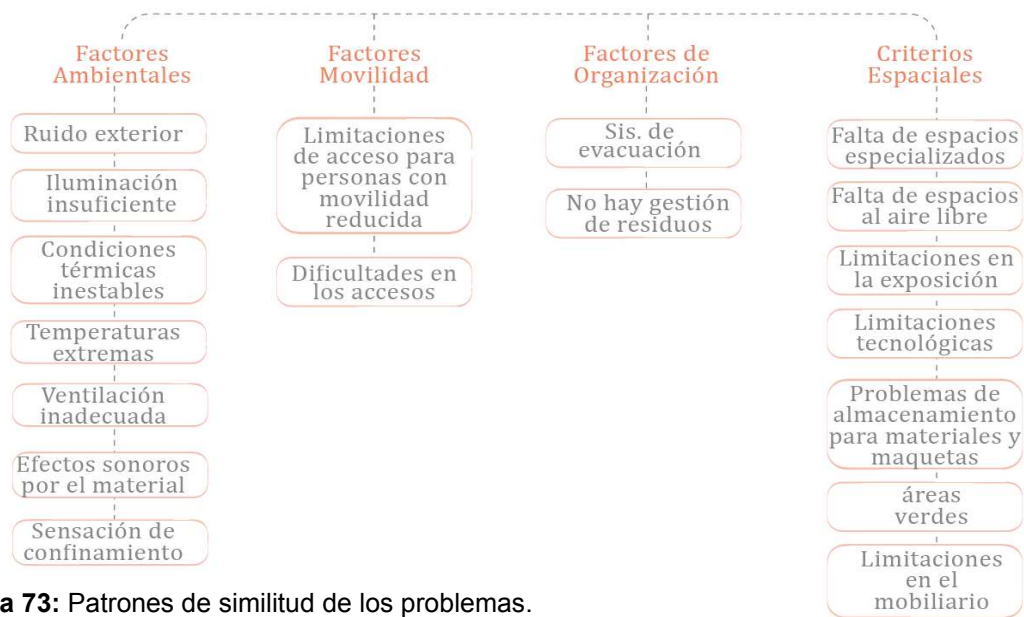


Figura 73: Patrones de similitud de los problemas.

Fuente: Autor.

A continuación, se detalla cada uno de los factores y criterios como parte integral del resumen de la información capturada y tabulada. El propósito principal del desglose, es la generación de tablas que exhiban los resultados obtenidos. Este enfoque se orienta en representar los datos en tablas específicas que facilitará una interpretación clara y permitirá una comparación efectiva.

a. Factores ambientales

Los factores ambientales tienen un 38% del total de los problemas, el que tiene mayor incidencia en la población es la iluminación insuficiente con 7,8% que equivale a 29 usuarios (Tabla 28).

Tabla 28: Problemas derivados de los factores ambientales.

	N° Usuarios	% de la población
Ruido exterior	18	4,8%
Iluminación insuficiente	29	7,8%
Condiciones térmicas inestables	18	4,8%
Temperaturas extremas	19	5,1%
Ventilación inadecuada	22	5,9%
Efectos sonoros por el material	18	4,8%
Sensación de confinamiento	18	4,8%
		38%

b. Factores de movilidad

Los problemas que se generan a partir del factor de movilidad son dos, las limitaciones de acceso para personas con movilidad reducida y el estado actual de los accesos principales. El que tiene mayor incidencia en la población con 5,6% equivalente a 21 usuarios es la dificultades en los accesos principales (Tabla 29).

Tabla 29: Problemas derivados de los factores de movilidad.

		N° Usuarios	% de la población
Factores Movilidad	Limitaciones de acceso para personas con movilidad reducida	17	4,6%
	Dificultades en los accesos	21	5,6%
			10.2%

c. Factores de organización

Los problemas que se generan a partir del factor de organización son dos, los sistemas de evacuación y la gestión de residuos. El que tiene mayor incidencia en la población con 4,8% equivalente a 18 usuarios es la gestión de residuos (Tabla 30).

Tabla 30: Problemas derivados de los factores de organización.

		N° Usuarios	% de la población
Factores de Organización	Sis. de evacuación	15	4,0%
	No hay gestión de residuos	18	4,8%
			8,8%

d. Factores espaciales

Los factores espaciales tienen el mayor porcentaje de problemas según la población, con un 39,5% del total, el que tiene mayor incidencia en la población es la limitación en la exposición de trabajos con 6,7% que equivale a 25 usuarios (Tabla 31).

Tabla 31: Problemas derivados de los factores espaciales.

		N° Usuarios	% de la población
Criterios Espaciales	Falta de espacios especializados	23	6,3%
	Falta de espacios al aire libre	22	5,9%
	Limitaciones en la exposición	25	6,7%
	Limitaciones tecnológicas	22	5,9%
	Problemas de almacenamiento para materiales y maquetas	22	5,9%
	Áreas verdes	12	3,2%
	Limitaciones en el mobiliarios	21	5,6%
			39.5%

3.3.3 Desarrollo de ideas (Idealizar)

En la tercera etapa de la metodología, se genera ideas para satisfacer las necesidades a partir de los problemas identificados en la segunda etapa. Para la obtención de una variedad de ideas diversas, se planteó unificar dos metodologías la S.C.A.M.P.E.R enfocada en realizar mejoras a un elemento ya existente, por medio de sustituir, combinar, adaptar, modificar, proponer, eliminar y reducir. La segunda metodología es la sección de colaboración, está enfocada en captar distintas perspectivas a partir de cambiar de los roles de los usuarios para tener un espectro más grande, el cual permite generar nuevas ideas no concebidas en una primera instancia.

La fase tres se realizó en la segunda y tercera semana del 20 al 29 de noviembre. A partir de esta fase no se trabaja con toda la población del subsuelo de la unidad académica debido a la complejidad de coordinación entre los docentes, estudiantes y autoridades, por tal motivo se optó en tomar una muestra de la población. La muestra utilizada en este estudio está compuesta por un

total de 40 usuarios, quienes, cabe destacar, todos son estudiantes. Con el firme propósito de garantizar la integridad y confiabilidad de los datos recopilados, se tomó la decisión estratégica de permitir la participación voluntaria de estos usuarios durante la ejecución de la tercera etapa del estudio. Esta elección se fundamenta en la intención de minimizar cualquier posible sesgo que podría surgir de una selección no representativa, así como de asegurar que la información obtenida sea genuina y significativa.

Con el objetivo de facilitar la participación efectiva de los usuarios, se ha diseñado un itinerario que abarca tres clases diarias durante las semanas dos y tres. Esta planificación tiene la finalidad de permitir que los participantes puedan asistir según sus horarios de clases, además, adecuar su participación según sus necesidades. La difusión de esta información se llevó a cabo mediante las plataformas de redes sociales, asegurando así una amplia cobertura y accesibilidad para todos los participantes. La interacción se genera a partir de mostrarles un cuadro sinóptico interactivo (Figura 74). Este cuadro consta de dos planos posicionados en el centro; el plano izquierdo representa el estado actual del subsuelo de la unidad académica, mientras que el plano derecho representa la estructura actual con elementos inalterables en la propuesta. De manera estratégica, se han dispuesto de forma circular en los laterales los títulos correspondientes a los problemas identificados. En la parte posterior de estos títulos se encuentra un desglose detallado de cada uno de los problemas, proporcionando así una visión completa y pormenorizada de cada aspecto relevante. Este enfoque pretende ofrecer una representación visual y detallada que facilite a los usuarios una comprensión y análisis profundo de los problemas para desarrollar y plasmar las ideas en el plano de la derecha.



Figura 74: Cuadro sinóptico interactivo de los problemas.

Fuente: Goven, 2010; Smolders, 2012.

En el transcurso de la actividad, los usuarios toman como punto de partida uno o varios problemas identificados en el cuadro sinóptico para el desarrollo de ideas que solucionen las deficiencias. El propósito central de esta interacción es que los participantes se enfoquen en cada

uno de los problemas identificados en la etapa dos, estableciendo conexiones efectivas entre cada carencia señalada y las posibles soluciones propuestas. De este modo se busca abordar los desafíos identificados fomentando un proceso creativo que impulse la generación de ideas innovadoras y prácticas.

La interpretación de la actividad por parte de los usuarios demostró ser la acertada con respecto a los objetivos propuestos, dado que cada participante propuso ideas tomando en cuenta las necesidad y problemas. En los grupos de trabajo se fueron generando ideas de forma individual, la generación individual de ideas fomentó la diversidad de enfoques y enriqueció con una variedad de perspectivas. Este enfoque estratégico de generar ideas inicialmente de forma individual y luego colaborar en grupo permitió una exploración más profunda y comprehensiva de las posibles soluciones, contribuyendo así al desarrollo de propuestas más sólidas y bien fundamentadas. La dinámica de trabajo en grupo facilitó el intercambio de ideas y fomentó un ambiente propicio para la creatividad y la innovación.

Tabla 32: Ideas en función a los problemas relacionados con los factores ambientales.

FACTORES AMBIENTALES	
Ideas Innovadoras	
Iluminación insuficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de luminarias LED con regulación de potencia para mejorar la intensidad lumínica. • Implementación de sensores de luz que regulen la intensidad de las luminarias en función de la luz natural disponible con programación horaria y ajustes automáticos. • Utilizar de pinturas reflectantes en paredes y techos para maximizar la distribución de la luz. • Incorporación de lámparas de pie ajustables para brindar flexibilidad en la dirección de la luz. • Implementación de sistemas de iluminación lateral integrados en el mobiliario para mejorar la visibilidad en escritorios y zonas de trabajo.
Ruido exterior y Efectos sonoros	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar paneles acústicos en las paredes para absorber el sonido y reducir la reverberación. • Diseño de barreras físicas, como paredes insonorizadas, burletes en puertas y ventanas, con el fin de crear una separación efectiva entre las aulas y las fuentes de ruido externo. • Uso de alfombras o tapetes en el suelo para absorber el sonido y minimizar la vibraciones. • Utilización de materiales de construcción insonorizados en las paredes, techos y suelos. • Diseño de barreras vegetales o jardines insonorizados en áreas exteriores para bloquear el sonido antes de que alcance las aulas. • Sistemas de sonido ambiental para enmascarar el ruido externo y crear un entorno tranquilo.
Condiciones térmicas y Temperaturas extremas	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar sistemas de aire acondicionado o calefacción eficientes, según la temporada. • Reforzar el aislamiento de las paredes, techos y suelos para reducir la transferencia de calor y mantener una temperatura constante. • Instalar cortinas que ayuden a bloquear el calor en verano y retenerlo en invierno, proporcionando aislamiento térmico adicional. • Aprovechar la ventilación natural, facilitando el flujo de aire y mejorando la circulación. • Instalar aleros, persianas exteriores u otros elementos que permita reducir la incidencia directa.
Sensación de confinamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Reconfigurar el diseño de las aulas para crear ambientes más abiertos y flexibles. • Aplicar colores claros en las paredes para generar la impresión de un espacio más amplio. • Creación de áreas de relajación, zonas de relajación con iluminación suave y cómodos asientos para proporcionar lugares de escape tranquilos. • Aplicar murales con imágenes de paisajes abiertos o arquitectura expansiva para crear la ilusión de estar en un entorno más amplio. • Colocar colores que generen armonía y contribuyan a una sensación de bienestar y amplitud.

Al concluir la fase creativa, en la cual se generó un flujo eficiente de ideas para abordar los desafíos identificados, se llevó a cabo una clasificación de cada idea en función de los patrones de

similitud de los problemas identificados. Se clasificaron las ideas en las cuatro categorías: factores ambientales, factores de movilidad, factores de organización y criterios espaciales. Las ideas fueron agrupadas según su afinidad con los factores ambientales, aquellos elementos relacionados con la iluminación, la acústica, condiciones térmicas y sensación de confinamiento (Tabla 32).

Seguidamente, se procedió a la clasificación de las ideas en relación con los factores de movilidad, abordando temas vinculados a la accesibilidad reducida, la circulación en accesos, temas que impactaran directamente en la movilidad dentro del entorno arquitectónico (Tabla 33).

Tabla 33: Ideas en función a los problemas relacionados con los factores de movilidad.

FACTORES DE MOVILIDAD	
Ideas Innovadoras	
Limitaciones de acceso para personas con movilidad reducida	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar señalización clara y de fácil comprensión, incluyendo símbolos y textos grandes. • Construir rampas accesibles con materiales antideslizantes en las entradas principales para facilitar el acceso a personas con movilidad reducida.
	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar áreas de recreación que incluyan instalaciones adaptadas para los estudiantes. • Ofrecer la posibilidad de participación remota a través de plataformas virtuales.
	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de sistemas de iluminación lateral integrados en el mobiliario para mejorar la visibilidad en escritorios y zonas de trabajo.
	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar accesos de emergencia, para una adecuada evacuación de los usuarios.
Dificultad en los accesos	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar entradas con doble acceso para facilitar el flujo de entrada y salida, reduciendo las congestiones.
	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de alfombras o tapetes en el suelo para absorber el sonido y minimizar la vibraciones. • Utilización de materiales de construcción insonorizados en las paredes, techos y suelos.
	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar zonas de espera cómodas y adaptadas para permitir que los usuarios esperen de manera segura antes de acceder a las aulas.

En el ámbito de la tercera categoría de análisis, se llevó a cabo una exhaustiva consideración de los factores vinculados a la organización, enfocándose específicamente en la sistematización y clasificación de las concepciones que versan sobre los sistemas de evacuación y las estrategias de gestión de residuos. En este contexto, se emprendió la tarea de estructurar de manera coherente y discernible las diversas ideas asociadas con los mencionados sistemas, destacando su relevancia en la presente investigación. (Tabla 34). Cada entrada en la tabla se erige como un punto nodal que encapsula y contextualiza las múltiples perspectivas y enfoques analíticos que emergen en torno a la organización de estos sistemas en el ámbito de la investigación llevada a cabo. Este enfoque meticuloso y estructurado no solo enriquece la comprensión conceptual, debido a la exposición de los sistemas de evacuación, sistema de gestión de residuos.

Tabla 34: Ideas en función a los problemas relacionados con los factores de organización.

FACTORES DE ORGANIZACIÓN	
Ideas Innovadoras	
Sistemas de evacuación	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar un sistema de señalización claro y visible que indique las rutas de evacuación. • Instalar sistemas de comunicación de emergencia, como megáfonos o sistemas de intercomunicación, para proporcionar instrucciones claras . • Planificar espacios de refugio estratégicos dentro de las aulas o pasillos para protegerse. • Incorporar sistemas de alarma contra incendios con detectores de humo y alarmas audibles. • Posicionar extintores y equipos de primeros auxilios en ubicaciones estratégicas para su fácil acceso durante una evacuación.
Sistema de gestión de residuos	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar materiales que sean lavables y resistentes para facilitar la limpieza de la área de residuos. • Implementar programas que promuevan la reutilización de materiales y objetos en las aulas, reduciendo así la cantidad de residuos generados. • Diseñar áreas de almacenamiento temporal para residuos antes de su recolección final, en todas las zonas. • Integrar recipientes adecuados para la gestión de residuos solidos y liquidos. • Diseñar áreas destinadas a residuos voluminosos, como papel, cartón y maquetas, para darles un segundo uso. • Implementar sistemas de compostaje para los residuos orgánicos generados en las aulas.

Se efectuó una clasificación basada en criterios espaciales, que abarcó propuestas relativas a la falta de espacios especializados, limitación en la exposición y tecnología, espacios de almacenamiento, falta de mobiliario y falta de áreas verdes (Tabla 35).

Tabla 35: Ideas en función a los problemas relacionados con los criterios espaciales.

CRITERIOS ESPACIALES	
Ideas Innovadoras	
Falta de espacios especializados	<ul style="list-style-type: none"> • Integrar equipos y mobiliario multifuncionales que se adapten a diferentes usos, optimizando el espacio disponible. • Integrar talleres especializados directamente en las aulas para fomentar la interdisciplinariedad y maximizar el espacio disponible. • Crear áreas dedicadas para la construcción de maquetas, equipadas con mesas de trabajo. • Integrar equipos audiovisuales en las aulas para facilitar presentaciones y actividades multimedia.
imitaciones en la exposición	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar paredes móviles que permitan reconfigurar el espacio según las actividades programadas y la cantidad de participantes por medio de aulas modulares. • Integrar paredes con superficies expositivas, como pizarras magnéticas o paneles de corcho. • Crear módulos expositivos desmontables que puedan ser reconfigurados fácilmente para adaptarse a distintos temas o proyectos. • Pasarelas elevadas que permitan la exposición de proyectos a diferentes alturas. • Incorporar paredes de vidrio transparente para permitir la visualización desde el exterior y crear una conexión visual • Diseñar áreas de exposición al aire libre conectadas a las aulas, proporcionando un espacio adicional y permitiendo exposiciones al aire libre. • Incorporar elementos esculturales interactivos que los estudiantes puedan manipular:
imitaciones en la tecnología	<ul style="list-style-type: none"> • Paredes equipadas con tecnología de proyección interactiva para exposiciones dinámicas. • Integrar estaciones de carga para dispositivos móviles en áreas estratégicas para mantener cargados los dispositivos de profesores y estudiantes. • Mejorar la infraestructura de redes Wi-Fi para garantizar una conectividad rápida y confiable en todas las áreas del subsuelo. • Integrar pantallas digitales en el mobiliario, como mesas o vitrinas. • Integrar puntos de recarga para dispositivos electrónicos.

CRITERIOS ESPACIALES

Ideas Innovadoras	
Falta de espacios para almacenamiento de materiales y maquetas	<ul style="list-style-type: none"> • Integrar armarios empotrados en las paredes para proporcionar un eficiente de almacenamiento. • Crear estanterías móviles que puedan desplazarse para maximizar el espacio no utilizado. • Diseñar armarios con cerraduras individuales para que los estudiantes puedan almacenar de manera segura sus proyectos y materiales. • Diseñar áreas específicas con estanterías espaciosas para almacenar maquetas arquitectónicas de mayor tamaño. • Implementar rieles con ganchos en las paredes para colgar materiales ligeros.
Limitaciones en el mobiliario	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar mesas con compartimentos inferiores para almacenar materiales y herramientas sin comprometer el espacio de trabajo. • Mobiliario sean fácilmente ajustables y adaptables para acomodar diferentes necesidades de uso y movilidad. • Diseñar mesas con enchufes y puertos USB integrados para facilitar la conexión de dispositivos electrónicos y la carga de baterías. • Crear áreas de descanso integradas en el mobiliario para brindar a los estudiantes momentos de relajación y pausas durante las sesiones de trabajo.
Áreas verdes	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar elementos de agua y vegetación alrededor para un ambiente refrescante y agradable. • Diseñar elementos esculturales que funcionen como jardineras, combinando arte y naturaleza. • Implementar sistemas para recolección y uso de agua pluvial para el riego de las áreas verdes. • Crear pasillos con paredes y techos verdes para conectar visualmente las áreas verdes y proporcionar una sensación de continuidad natural.

Esta estrategia de clasificación permitió organizar y sistematizar las ideas generadas, proporcionando una estructura lógica que facilita la evaluación y selección de enfoques para abordar los problemas identificados en cada una de las categorías mencionadas. La metodología empleada no solo optimiza la gestión de las soluciones propuestas, sino que también facilita la identificación de enfoques interdisciplinarios. En el epílogo de esta fase, se presenta una tabla concisa y resumida que destaca las ideas más significativas, enfocándose en su importancia, viabilidad y ejecución, con el propósito de ofrecer una guía clara y práctica para su implementación dentro del marco de la propuesta (Tabla 36).

Tabla 36: Tabla resumen de las ideas en función a los problemas.

TABLA RESUMEN DE FACTORES Y CRITERIOS	
FACTORES AMBIENTALES	
Iluminación insuficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de luminarias LED con regulación de potencia para mejorar la intensidad lumínica. • Implementación de sistemas de iluminación lateral integrados en el mobiliario para mejorar la visibilidad en escritorios y zonas de trabajo.
Ruido exterior y Efectos sonoros	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de barreras físicas, como paredes insonorizadas, burletes en puertas y ventanas, con el fin de crear una separación efectiva entre las aulas y las fuentes de ruido externo. • Sistemas de sonido ambiental para enmascarar el ruido externo y crear un entorno tranquilo.
Condiciones térmicas	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar aleros, persianas exteriores u otros elementos que permita reducir la incidencia directa. • Reforzar el aislamiento de las paredes, techos y suelos para reducir la transferencia de calor y mantener una temperatura constante.
Sensación de confinamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar murales con imágenes de paisajes abiertos o arquitectura expansiva para crear la ilusión de estar en un entorno más amplio. • Reconfigurar el diseño de las aulas para crear ambientes más abiertos y flexibles.

TABLA RESUMEN DE FACTORES Y CRITERIOS

FACTORES DE MOVILIDAD	
Limitaciones de acceso con movilidad reducida	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar áreas de recreación que incluyan instalaciones adaptadas para los estudiantes. • Implementar señalización clara y de fácil comprensión, incluyendo símbolos y textos grandes. • Construir rampas accesibles con materiales antideslizantes en las entradas principales para facilitar el acceso a personas con movilidad reducida.
Dificultad en los accesos	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar entradas con doble acceso para facilitar el flujo de entrada y salida, reduciendo las congestiones. • Diseñar zonas de espera cómodas y adaptadas para permitir que los usuarios esperen de manera segura antes de acceder a las aulas.
FACTORES DE ORGANIZACIÓN	
Sistemas de evacuación	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar un sistema de señalización claro y visible que indique las rutas de evacuación. • Planificar espacios de refugio estratégicos dentro de las aulas o pasillos para protegerse. • Incorporar sistemas de alarma contra incendios con detectores de humo y alarmas audibles.
Sistema de gestión de residuos	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar áreas de almacenamiento temporal para residuos antes de su recolección final, en todas las zonas. • Diseñar áreas destinadas a residuos voluminosos, como papel, cartón y maquetas, para darles un segundo uso. • Implementar sistemas de compostaje para los residuos orgánicos generados en las aulas.
CRITERIOS ESPACIALES	
Falta de espacios especializados	<ul style="list-style-type: none"> • Integrar talleres especializados directamente en las aulas para fomentar la interdisciplinariedad y maximizar el espacio disponible. • Crear áreas dedicadas para la construcción de maquetas, equipadas con mesas de trabajo.
Limitaciones en la exposición	<ul style="list-style-type: none"> • Integrar paredes con superficies expositivas, como pizarras magnéticas o paneles de corcho. • Incorporar paredes de vidrio transparente para permitir la visualización desde el exterior y crear una conexión visual.
Limitaciones en la tecnología	<ul style="list-style-type: none"> • Integrar estaciones de carga para dispositivos móviles en áreas estratégicas para mantener cargados los dispositivos de profesores y estudiantes. • Mejorar la infraestructura de redes Wi-Fi para garantizar una conectividad rápida y confiable en todas las áreas del subsuelo.
almacenamiento de materiales y maquetas	<ul style="list-style-type: none"> • Integrar armarios empotrados en las paredes para proporcionar un eficiente de almacenamiento. • Diseñar áreas específicas con estanterías espaciales para almacenar maquetas arquitectónicas de mayor tamaño. • Implementar rieles con ganchos en las paredes para colgar materiales ligeros.
Limitaciones en el mobiliario	<ul style="list-style-type: none"> • Mobiliario sean fácilmente ajustables y adaptables para acomodar diferentes necesidades de uso y movilidad. • Crear áreas de descanso integradas en el mobiliario para brindar a los estudiantes momentos de relajación y pausas durante las sesiones de trabajo. • Diseñar mesas con enchufes y puertos USB integrados para facilitar la conexión de dispositivos electrónicos y la carga de baterías.
Áreas verdes	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar elementos de agua y vegetación alrededor para un ambiente refrescante y agradable. • Diseñar elementos esculturales que funcionen como jardineras, combinando arte y naturaleza.

3.3.4 Modelos preliminares (Prototipo)

La fase se rige como eje central para el desarrollo de soluciones arquitectónicas, a partir, de los conceptos e ideas que se obtuvieron en la tercera etapa de la metodología. Durante el periodo que abarcó la segunda y tercera semana, los cuarenta estudiantes que componen la muestra participativa desarrollaron modelos gráficos y maquetas basados en las ideas previamente generadas. Esta aproximación práctica facilitó la materialización visual de las propuestas, estableciendo así una base tangible que posibilita la evaluación y la mejora de las soluciones arquitectónicas.

López (2019) introduce el término "producto mínimo viable" para referirse al primer prototipo. El propósito central de esta etapa con los usuarios participantes reside en propiciar revisiones rápidas con el fin de descartar aquellas soluciones consideradas deficientes. La idea

subyacente es dirigir una mayor planificación y desarrollo hacia las propuestas más viables, configurando así un producto mínimo viable que, en perspectiva, formará parte integral del proyecto. El enfoque estratégico busca captar todas las soluciones arquitectónicas, permitiendo a los usuarios desestimar aquellas que no se ajusten a sus necesidades o criterios (Figura 75).



Figura 75: Desarrollo del prototipo a partir del producto mínimo viable.

Fuente: Autor.

En el transcurso de cada sesión de trabajo, se implementó una fase intermedia destinada a la depuración de criterios considerados inválidos. Este proceso de eliminación tenía como finalidad destacar las malas ideas y enfatizar en las prometedoras que se transformaron en maquetas al concluir la sesión. El objetivo era concretar de manera palpable por medio de maquetas las ideas previamente expuestas en las tablas de los factores y criterios específicos. Esta metodología no solo permitió una focalización más aguda en las propuestas más viables, sino que también propició un cierre de sesión con la materialización física de prototipos de las ideas finales de los usuarios.

Figura 76, destaca la importancia de la etapa intermedia de descarte de ideas inválidas, este proceso constituye una parte integral del feedback proporcionado a los usuarios ya que genera suficiente información necesaria para desarrollar los conceptos más sólidos en un corto plazo, lo cual permite minimizar el tiempo de diseño. Esta eficiencia temporal, a su vez, permite una utilización más efectiva de los recursos disponibles, optimizando así el desarrollo conceptual y maximizando la eficiencia en todo el proceso, con el fin, de ejecutar de manera adecuada el diseño de las ideas.



Figura 76: Descarte de ideas invalidas para optimizar el proceso de diseño.

Fuente: Minguillo, 2022.

Después de comprender las distintas ideas relacionadas con el proceso de prototipado, es fundamental abordar el desarrollo de los prototipos, fundamentada en la tabla 1.36. El proceso de modelado se sustenta en la integración de ideas. A partir de estas ideas, se lleva a cabo la creación de maquetas que materializan de manera tangible las soluciones propuestas para abordar los problemas (Figura 75).

3.3.5 Evaluación del prototipo final (testeo)

La evaluación del prototipo final constituye un paso esencial en el proceso de desarrollo de soluciones arquitectónicas, regido por los conceptos e ideas surgidos durante la tercera etapa de la metodología. En un lapso que abarcó las semanas dos y tres del período de trabajo, los cuarenta estudiantes participantes se dedicaron activamente a la creación de modelos gráficos y maquetas que materializaban las propuestas previamente concebidas. Esta aproximación práctica posibilitó la representación visual concreta de las soluciones propuestas, proporcionando así una base tangible para su evaluación y posterior mejora.

Para llevar a cabo el proceso de prototipado, se opta por emplear juicios de expertos, con el objetivo de obtener una perspectiva amplia y detallada sobre el enfoque de la propuesta, que surge a partir de las concepciones y necesidades identificadas por los usuarios. Este enfoque se considera fundamental para garantizar una retroalimentación exhaustiva y precisa que permita el refinamiento y mejora continua del diseño.

La realización de juicios de expertos se lleva a cabo con especial atención a la disponibilidad de documentación completa y detallada, lo que facilita una observación más

completa y precisa del proyecto en su totalidad. Esta documentación juega un papel crucial en el proceso al proporcionar una base sólida para la evaluación y el análisis crítico por parte de los expertos involucrados.

Los resultados de estos juicios expertos demuestran una concepción adecuada del proyecto, destacándose por la ampliación de perspectivas tanto desde un punto de vista técnico como constructivo. Este enfoque ampliado y detallado contribuye significativamente al desarrollo y perfeccionamiento del diseño, al permitir identificar posibles áreas de mejora y optimización, así como potenciales desafíos y oportunidades para la innovación.

3.3.6 Resumen de la aplicación de la metodología Desing Thinking

Se destaca la importancia de la observación directa y la interacción con los usuarios para captar las sutilezas del ambiente educativo y obtener una retroalimentación significativa. Se enfatiza en la necesidad de establecer vínculos cercanos con los usuarios desde el principio para generar confianza y facilitar la recolección de datos en los espacios de aprendizaje. Además, se describe un enfoque de clases interactivas diseñadas para transformar la dinámica tradicional del aula, utilizando nuevas pedagogías y herramientas didácticas como diapositivas y la "exploración creativa". Se detalla cómo se recopilan y tabulan las respuestas de los usuarios mediante la "expresión creativa" para identificar patrones comunes y problemas recurrentes en el entorno educativo.

Se destaca la diversidad de experiencias de los usuarios y la necesidad de abordar cada problemática de manera específica. Se resalta la importancia de la interacción directa con los usuarios para identificar y comprender las problemáticas de manera integral. Luego se describe cómo se lleva a cabo una segunda etapa de interacción que permite a los usuarios conectar sus experiencias negativas con los problemas identificados. Finalmente, se menciona una tercera categoría de análisis centrada en la organización, donde se estructuran y contextualizan las ideas asociadas con sistemas de evacuación y gestión de residuos. Se destaca el enfoque meticuloso y estructurado utilizado para enriquecer la comprensión conceptual en esta área de investigación.

Tabla 37: Resultados de la aplicación de la metodología Desing Thinking.

Resultados de la metodología Desing thinking	
Conceptos	
Soluciones educativas innovadoras.	La efectividad del enfoque de clases interactivas diseñadas, el cual ha logrado transformar la dinámica tradicional del aula con herramientas didácticas "exploración creativa", ha demostrado su capacidad para captar la atención de los estudiantes y promover una participación activa en el proceso de aprendizaje.
Feedback enriquecido de los usuarios	La interacción directa con los usuarios y la observación detallada de sus experiencias han permitido recopilar un feedback para identificar patrones y problemas recurrentes en el entorno educativo, proporcionando una comprensión más profunda de las necesidades y preferencias de los usuarios.
Toma de decisión y mejoras continuas	La diversidad de experiencias de los usuarios ha impulsado la implementación de nuevas ideas, propuestas y mejoras continuas en el enfoque educativo. Este proceso ha garantizado que las soluciones sean adaptadas y efectivas para abordar las necesidades promoviendo a los usuarios un sentimiento de satisfacción.
Toma de decisión y mejoras continuas	La segunda etapa de interacción ha permitido a los usuarios conectar sus experiencias negativas con los problemas identificados, lo que ha facilitado la identificación de áreas de mejora y la generación de soluciones más pertinentes y efectivas.

CAPÍTULO IV

4. PROPUESTA FINAL DE LA REFUNCIONALIZACIÓN ARQUITECTÓNICA, DEL SUBSUELO DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

El capítulo se sumerge en un minucioso análisis del diseño propuesto para la refuncionalización del subsuelo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción. El enfoque primordial de este diseño reside en abordar de manera efectiva los patrones de similitud de los factores ambientales, factores de movilidad, factores de organización y los criterios espaciales que influirán en la creación de un espacio confortable y propicio para el aprendizaje, garantizando una experiencia enriquecedora y motivadora para los usuarios.

Para llevar a cabo este desafío arquitectónico, se ha planteado las soluciones a partir de las cinco fases del Design Thinking, para entender los factores que afectan a los usuarios en el subsuelo, considerando aspectos clave como la iluminación, la ventilación, la acústica y el control térmico.

El capítulo cuatro, está enfocado en la integración de soluciones sustentables y eficientes que promuevan la optimización de los recursos, a partir de decisiones de diseño que permitan mejorar la calidad de los usuarios e implementar metodologías que generen un adecuado funcionamiento de los espacios de aprendizaje. El alcance del proyecto es generar información arquitectónica que permita comunicar todo lo investigado y analizado.

El objetivo primordial es abordar el proyecto a partir de las necesidades de los usuarios, las restricciones y la capacidad proyectual que tiene el subsuelo, para generar los procesos proyectales, se parte de la formalidad, los espacios arquitectónicos, la espacialidad y los patrones de interacción social entre alumnos, profesores y alumnos-profesores. Satisfacer y adaptar estas necesidades mediante estrategias de diseño visualizadas en la planificación del espacio físico y virtual, con la finalidad de realzar la calidad de enseñanza, cumpliendo aspectos primordiales como la forma, función, tecnología y el confort. Con el propósito de destacar la relevancia de la funcionalidad y seguridad, así como la integración de tecnologías apropiadas en la gestión ejecutiva del proyecto, con el objetivo de asegurar una experiencia superior para los usuarios a través de espacios eficientes que brinde comodidad contribuyendo de manera eficiente a la enseñanza-aprendizaje de los usuarios.

4.1 Concepto del Proyecto

Se concibe como un proceso que se lleva a cabo con el objetivo de restaurar la infraestructura existente al solo conservar la estructura y mejorar las condiciones de habitad de los usuarios, a nivel arquitectónico no se ha generado el mantenimiento adecuado por ende se tiene consecuencias negativas por diversas actividades humanas o eventos naturales. Este tipo de

rehabilitación es especialmente relevante para satisfacer con las necesidades de los habitantes del espacio a partir del enfoque de los factores ambientales que tiene el subsuelo. La rehabilitación del subsuelo de Arquitectura representa un ambicioso proyecto que busca revitalizar y potenciar este espacio subterráneo con un enfoque arquitectónico vanguardista. Este nivel, que ha sido objeto de un análisis, se convertirá en un espacio multifuncional y moderno que atenderá las necesidades académicas y creativas de los estudiantes y docentes de la facultad.

La nueva percepción del proyecto se centra en optimización del espacio y en la incorporación de elementos arquitectónicos multifuncionales con el fin de generar inspiración y el intercambio de ideas. Se contempla una distribución inteligente de áreas, donde se incluirán aulas de proyectos completamente equipadas, aulas de representación gráfica, espacios de trabajo colaborativos y la conservación del laboratorio digital. Estas áreas funcionales estarán conectadas de manera fluida, fomentando la interacción entre los usuarios y facilitando el flujo de trabajo creativo, sin olvidar aspectos importantes como el manejo del sonido, la ventilación, el confort entre otros.

4.2 Estrategias de diseño

La refuncionalización del subsuelo implica la consideración de dos estrategias fundamentales que buscan optimizar el espacio y generar un aprendizaje activo dentro y fuera de las aulas. En este contexto, resulta esencial abordar detalladamente los factores ambientales que influyen directamente en la calidad de los espacios subterráneos.

La primera estrategia esencial se enfoca en los factores ambientales, constituyendo un componente primordial para la reconfiguración del subsuelo. Este conjunto abarca la iluminación, la acústica, la paleta cromática, así como las condiciones térmicas y de ventilación. La comprensión y ejecución de soluciones adecuadas de estos elementos ambientales son esenciales para garantizar un entorno subterráneo que no solo sea habitable y funcional, sino que también promueva experiencias positivas y saludables para quienes lo utilizan.

La segunda estrategia crucial se centra en los aspectos funcionales y espaciales del subsuelo, los cuales desempeñan un papel fundamental en la optimización de su uso. Esta categoría engloba la distribución del espacio, el entorno semi-fijo, las áreas de conexión en aulas y pasillos, así como la ergonomía y antropometría en el mobiliario. La distribución adecuada del espacio subterráneo garantiza una utilización eficiente, permitiendo la creación de zonas multifuncionales que se adapten a diversas necesidades y actividades. En cuanto a la configuración arquitectónica, esta estrategia busca maximizar la ergonomía y la eficiencia del subsuelo.

4.2.1 Iluminación natural

La estrategia utilizada es, generar un parasol reflejante en el interior del marco estructural, con el fin de reflejar los rayos solares y regular la incidencia solar, la estrategia permite tener luz

difusa la que recomienda por (Oteiza, 2012). Para tener un mayor control de la luz se planifica un alero que sea parte de la cubierta con la finalidad de controlar la los rayos solares del medio día. La integración de elementos arquitectónicos maximiza la entrada de luz natural, al utilizar tragaluces y aperturas estratégicas, se reduce la dependencia de la iluminación artificial durante el día. Esto no solo contribuye a la eficiencia energética también a la utilización de iluminación directa e indirecta, para tener ajustes personalizados, que crean ambientes subterráneos más agradables y adaptables (Figura 77).

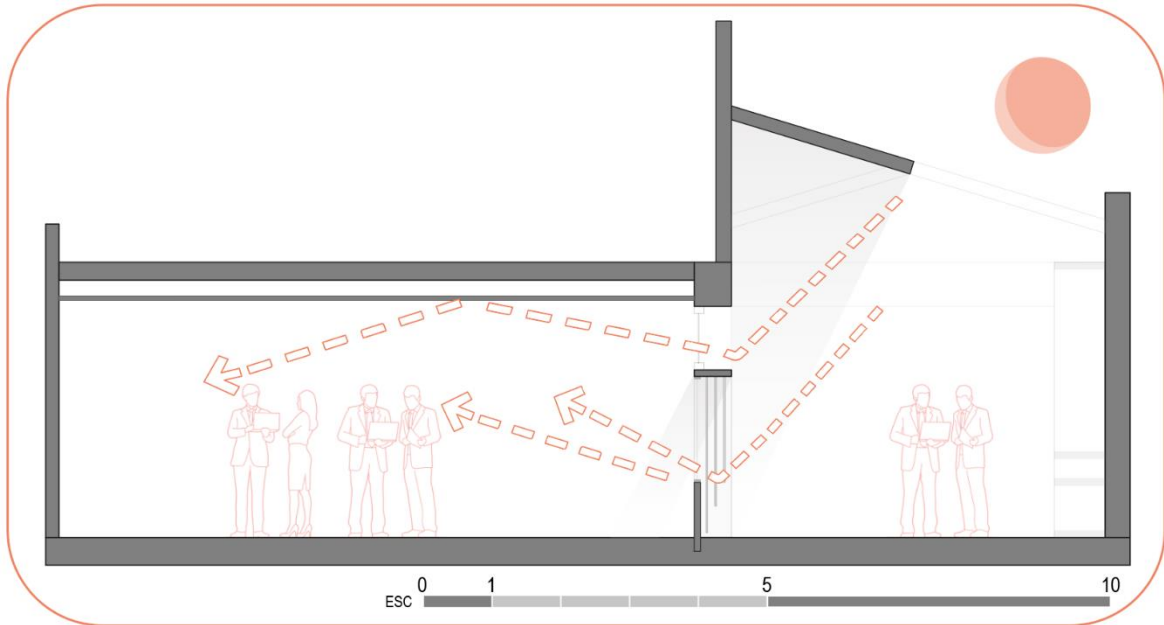


Figura 77: Estrategia de iluminación natural.

Fuente: Autor.

4.2.2 Barreras acústicas

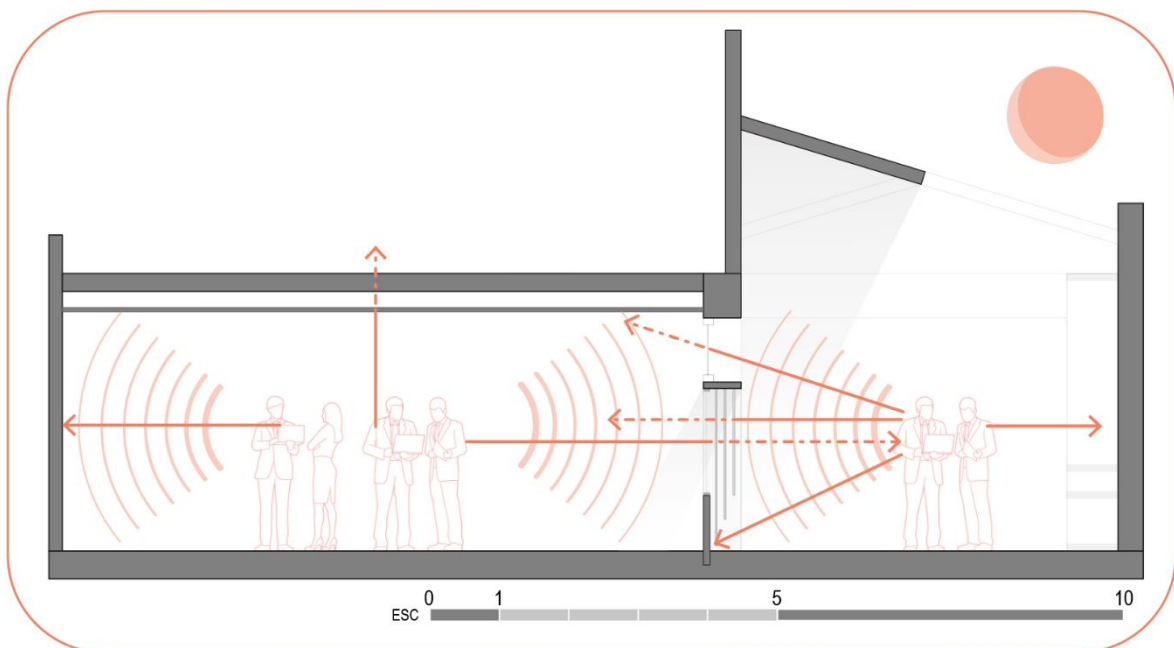


Figura 78: Estrategia de barreras acústicas.

Fuente: Autor.

Es primordial establecer barreras efectivas que reduzcan los niveles de ruido tanto desde el área de cohesión hacia los talleres, como en sentido contrario. Estas barreras son concebidas como parte integral del diseño y del módulo de refuncionalización, buscando optimizar la calidad acústica del subsuelo. El módulo diseñado para este propósito se compone de tres elementos principales: materiales acústicos, vegetación y retracción de volúmenes. Este enfoque no solo se traduce en un entorno más silencioso y armonioso, sino que también contribuye significativamente al bienestar de quienes trabajan o transitan por estos espacios subterráneos renacionalizados. (Figura 78) se propone dividir las áreas de actividades en dos por medio de una barrera acústica para no propagar las ondas sonoras entre ambos espacios para generar ambientes que bloqueen y atenúen el sonido.

4.2.3 Paleta cromática

Basándose en los fundamentos de la teoría del color, se diseña los espacios, tanto aquellos de índole privada como los de carácter público. Este enfoque se erige con el propósito fundamental de no solo concebir, sino de moldear entornos que no solo sean visualmente agradables, sino que también posean la capacidad intrínseca de inducir cambios psicológicos positivos en sus ocupantes. En este sentido, se reconoce que el color no es un elemento decorativo, sino una herramienta que puede influir en el estado de ánimo, la percepción y el bienestar general de quienes interactúan con el espacio dentro de esta estrategia, se ha desarrollado una aproximación específica en cuanto a la pavimentación de los espacios, abordando tanto la zona exterior del pasillo, área de cohesión como el segundo pavimento para las áreas de aprendizaje (Figura 79).

En la primera estancia del proceso de diseño, específicamente en la zona destinada a la circulación, se implementa una innovadora metodología de degradado en los pavimentos. Esta estrategia, más allá de buscar únicamente la satisfacción de necesidades estéticas, se orienta de manera decidida a generar impactos psicológicos positivos en los usuarios que interactúan con este espacio. La cuidadosa progresión de colores a lo largo de este pavimento exterior se concibe con el objetivo de influir de manera deliberada en la percepción y el estado de ánimo de quienes transitan por esta área, con la finalidad de crear un ambiente visualmente agradable y estimulante.

En el área de cohesión, se implementa una gama de colores pasteles de manera rectangular en todo el espacio para que los usuarios se apropien de la zona. En cuanto al segundo pavimento, se establece un objetivo diferente pero complementario: aclarar y envolver la zona con menor iluminación. Aquí, el diseño del pavimento no solo se limita a su función estética, sino que también actúa como un componente clave para mejorar la iluminación en áreas específicas. La selección estratégica del color y patrón busca maximizar la reflexión de la luz disponible, contribuyendo así a la claridad visual y la sensación de amplitud en aquellas zonas con menor iluminación natural o artificial.



Figura 79: Estrategia de gama de colores.

Fuente: Autor.

4.2.4 Temperatura y Ventilación

El aislamiento acústico y térmico ha sido un aspecto prioritario en el diseño, para asegurar un ambiente de aprendizaje propicio y confortable (Figura 80). La implementación de sistemas de iluminación eficiente y sostenible, así como una ventilación adecuada, complementarán el enfoque de sustentabilidad y eficiencia energética en el proyecto. En términos de accesibilidad, se ha prestado especial atención para garantizar que el subsuelo sea un espacio de fácil acceso para todas las personas. Se debe contemplar el desarrollo de áreas comunes y de cohesión para poder enmarcar los ingresos, con el fin de incluir a todos los usuarios, como estudiantes y docentes, rompiendo esta jerarquización.

Maximización del Espacio con el objetivo de optimizar el uso del espacio disponible para garantizar una distribución eficiente de áreas funcionales, aprovechando espacios residuales o que no tenían uso para crear ambientes acogedores y de trabajo colaborativo, dentro y fuera de los espacios de aprendizaje. Generar iluminación natural enfocadas aberturas y tragaluces estratégicamente ubicados para aprovechar al máximo la luz natural y reducir el consumo de energía eléctrica, generando un ambiente agradable y saludable.

Aislamiento Térmico y Acústico para emplear materiales y técnicas de aislamiento de última generación para garantizar un ambiente confortable y adecuado para el estudio y la concentración. Estas estrategias de diseño para la rehabilitación del subsuelo de Arquitectura serán fundamentales para transformar este espacio en un entorno académico vanguardista, funcional y sostenible, que promueva el aprendizaje, la colaboración y el desarrollo de futuros arquitectos y diseñadores.

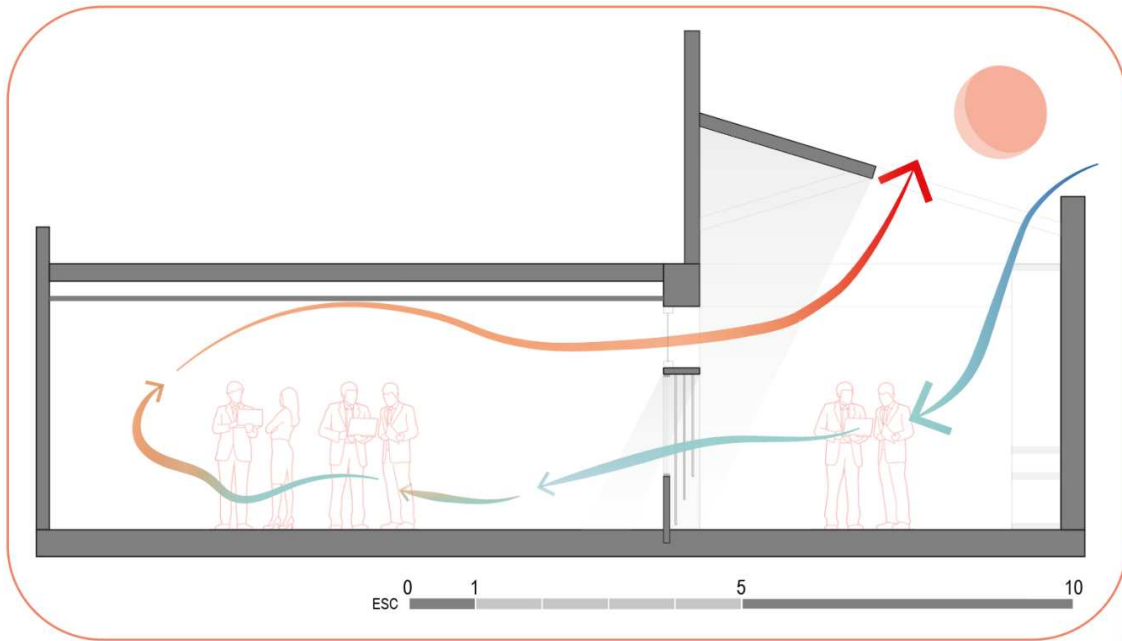


Figura 80: Estrategia de temperatura y ventilación.

Fuente: Autor.

4.2.5 Distribución espacial

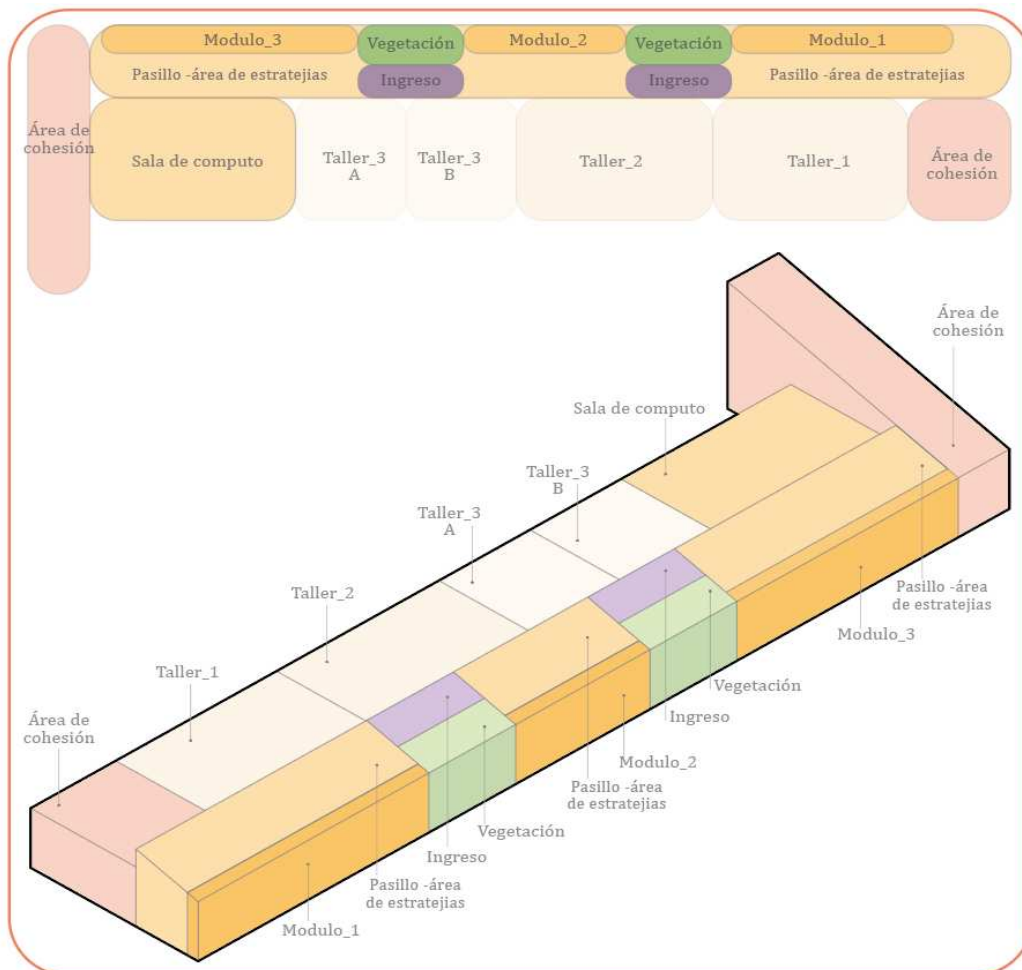


Figura 81: Distribución espacial en 2D y 3D del subsuelo de la Unidad Académica.

(Figura 81) se describe que la distribución espacial respeta la estructura existente del subsuelo de la unidad académica. A partir de esta estructura, se reducen el tamaño de los talleres actuales para dar lugar a un área de cohesión destinada a los usuarios. Esta área está diseñada para agrupar en un mismo eje transversal usos complementarios como descanso, trabajo grupal y trabajo individual. La configuración del pasillo se desarrolla en cinco ejes, de los cuales tres están ubicados en los laterales y uno en el centro. Estos ejes están compuestos por módulos de trabajo y la circulación principal. Los otros dos módulos están destinados a los ingresos a las aulas y áreas de vegetación.

4.2.6 Entornos semi-fijo

Se crean dos elementos arquitectónicos que siguen el criterio de elementos semi-fijos, diseñados para satisfacer las necesidades particulares de los estudiantes y docentes en el contexto de un entorno académico dinámico. El primero de estos elementos son las pizarras didácticas, estratégicamente ubicadas dentro de los talleres. Estas pizarras tienen como objetivo principal proporcionar espacios de interacción grupal, donde tanto estudiantes como docentes pueden colaborar, discutir y desarrollar ideas de manera conjunta. Situadas en el muro de contención norte de cada aula, estas pizarras se convierten en puntos focales para la enseñanza y el aprendizaje activo (Figura 82).

El segundo elemento arquitectónico está diseñado específicamente para satisfacer las necesidades de los estudiantes de arquitectura. Cada módulo está meticulosamente compuesto por dos áreas de dibujo técnico en los laterales, proporcionando un espacio dedicado para el desarrollo de proyectos y actividades creativas. Además, estos módulos incluyen dos escritorios equipados con áreas de almacenaje temporal, lo que permite a los estudiantes organizar y acceder fácilmente a sus materiales y herramientas. Asimismo, se integra una mesa central diseñada para facilitar el trabajo en grupo, fomentando la colaboración y el intercambio de ideas entre los estudiantes (Figura 82).

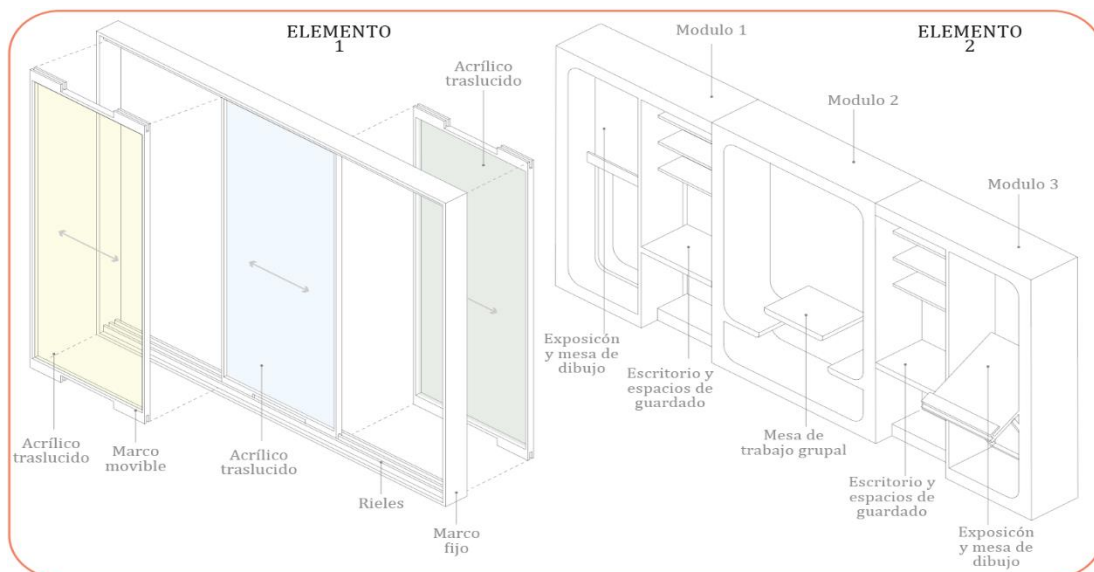


Figura 82: Clasificación de los elementos semi-fijos, para el subsuelo de la Unidad Académica.

4.2.7 Áreas de conexión en aulas y pasillos



Figura 83: Elementos de conexión “aulas y pasillos”, para el subsuelo de la Unidad Académica.

Para la conexión entre espacios públicos y privados, se crean elementos intermedios que sirven para vincular de manera introspectiva ambos espacios. Esta conexión se logra mediante un muro ciego que cumple diferentes funciones, como la exposición informativa y el aislamiento acústico. En la primera zona se identifica el área de vegetación con circulación, que funciona como un recorrido lineal para conectar directamente con los dos accesos del subsuelo de la unidad académica. Por otro lado, la segunda zona está destinada específicamente a la circulación para acceder a los espacios de aprendizaje (Figura 83).

4.2.8 Diseño de mobiliario con los conceptos de ergonomía y antropometría

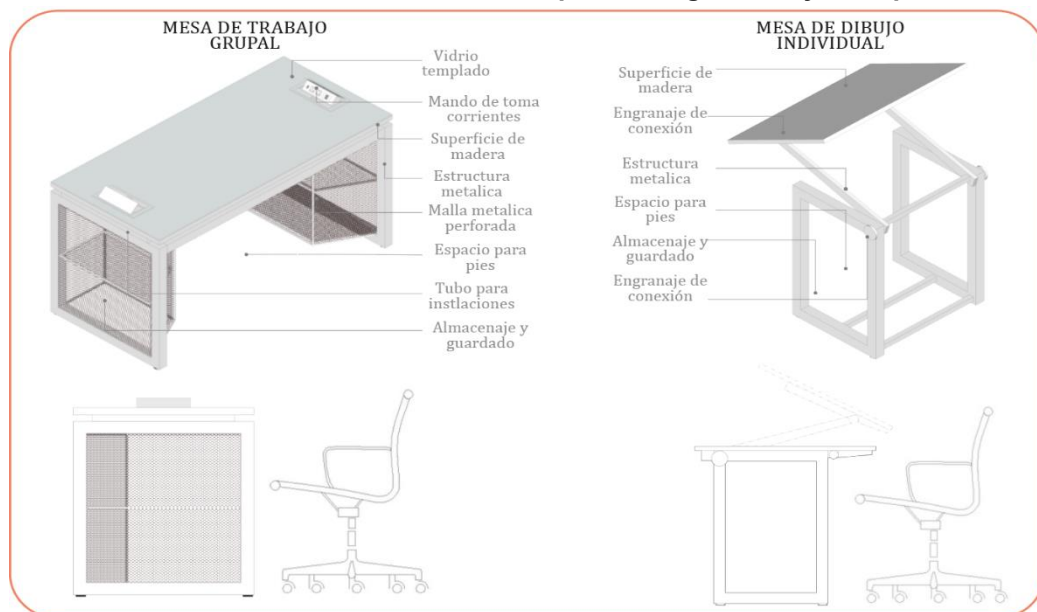


Figura 84: Diseño de mobiliario para el subsuelo de la Unidad Académica.

(Figura 84) muestra su diseño funcional y ergonómico permite a los estudiantes trabajar de manera eficiente y cómoda, proporcionando un entorno propicio para la creatividad y la colaboración. Además de su función principal como área de trabajo grupal, esta mesa también cumple con otros propósitos. Por ejemplo, puede ser utilizada como espacio de exposición temporal para mostrar proyectos en desarrollo o como punto de información donde se exhiben recursos y materiales relevantes para los estudiantes. En términos de diseño, la mesa de trabajo grupal se integra de manera armoniosa en el entorno circundante, complementando la estética del espacio y fomentando una atmósfera de estudio y trabajo productiva. El área de trabajo individual, esta mesa de dibujo también puede servir como espacio de almacenamiento para materiales y herramientas, ayudando a mantener el área de trabajo organizada y ordenada. Su tamaño compacto y su diseño elegante la hacen perfecta para adaptarse a diferentes configuraciones de espacio, ya sea en entornos públicos compartidos o en espacios privados más íntimos.

4.3 Programa arquitectónico

El programa arquitectónico concebido para la rehabilitación del subsuelo de la Facultad de Arquitectura tiene como objetivo transformar dicho espacio subterráneo en un entorno académico moderno, funcional y creativo que satisfaga las necesidades específicas de estudiantes, docentes y personal administrativo. Esta iniciativa respaldada por una visión a largo plazo implica una planificación detallada y ejecución cuidadosa con el propósito de erigir un espacio que no solo cumpla con los estándares contemporáneos, sino que también establezca nuevos paradigmas en la educación arquitectónica. (Tabla 38).

La distribución del espacio se contempla con detenimiento, con áreas específicas destinadas a aulas equipadas con la última tecnología, laboratorios de diseño avanzados y espacios colaborativos que fomenten la interacción entre estudiantes y profesores. Además, se integran zonas de estudio independiente que permitan a los estudiantes sumergirse en su trabajo de manera concentrada. La inclusión de áreas de exhibición para proyectos y trabajos destacados contribuirá a la creación de un entorno que celebre la creatividad y el logro académico.

Con la implementación de este programa arquitectónico, la rehabilitación del subsuelo de Arquitectura trascenderá más allá de una simple renovación física, convirtiéndose en un proyecto innovador y significativo. Este ambicioso plan de revitalización tiene como objetivo transformar por completo este espacio en un centro académico de excelencia. Se aspira a crear un entorno inspirador y funcional que potencie el aprendizaje, la colaboración y la investigación en el vasto campo de la arquitectura y el diseño. Este proyecto va más allá de la simple remodelación de estructuras físicas; busca revitalizar la esencia misma del entorno educativo, proporcionando a estudiantes y docentes un espacio que estimule la creatividad y la excelencia académica.

Tabla 38: Programa arquitectónico del subsuelo de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción.

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO							
Refuncionalización de Aulas del subsuelo -3,00m							
Zona	Cant	Sub Zona	Cant	Espacio	Área U.	Circulación	Área Total
Subsuelo	1	área de cohesión	3	Mesas de trabajo grupal	4.35 m ²	1.20	62.75 m ²
			7	Mobiliario de descanso	1.90 m ²	1.20	
			1	Sector de almacenaje	9.50 m ²	1.50	
			13	Mesas de trabajo individual	0.80 m ²	1.00	
		Taller S01	22	Mesas y sillas alumno	1.50 m ²	1.00	63.70 m ²
			1	Mesas y sillas Docente	2.00 m ²	1.50	
			1	Mobiliario fijo	4.00 m ²	1.20	
		Taller S02	22	Mesas y sillas alumno	1.50 m ²	1.00	63.70 m ²
			1	Mesas y sillas Docente	2.00 m ²	1.50	
			1	Mobiliario fijo	4.00 m ²	1.20	
		Taller S03_A	3	Volumenes existentes	2.00 m ²	0.80	53.80 m ²
			12	Mesas y sillas alumno	1.50 m ²	1.00	
			1	Mesas y sillas Docente	2.00 m ²	1.50	
			7	Mobiliario fijo	0.50 m ²	1.20	
		Taller S03_B	3	Volumenes existentes	2.00 m ²	0.80	53.80 m ²
			12	Mesas y sillas alumno	1.50 m ²	1.00	
			1	Mesas y sillas Docente	2.00 m ²	1.50	
			7	Mobiliario fijo	0.50 m ²	1.20	
		Sala de computo	30	Mesas y sillas alumno	1.50 m ²	1.00	83.40 m ²
			1	Mesas y sillas Docente	2.05 m ²	1.50	
			3	Mobiliario fijo	6.50 m ²	1.20	
		Circulación y Actividad laboral	—	Insumo tecnologico	6.50 m ²	1.20	142.20 m ²
			2	Vegetación	13.10 m ²	1.50	
			4	Zona de exposición	2.70 m ²	0.80	
5	Modulo de estudio		3.00 m ²	0.80			
1	Circulación		80.00 m ²	—			
						Área total computable	523.35 m²

4.4 Organigrama de conexión y espacios

El organigrama de conexión y espacios ha sido diseñado, con la clara intención de establecer un entorno equilibrado y funcional. Su principal objetivo es crear un ambiente que no solo facilite la interacción entre los estudiantes, sino que también fomente de manera activa el aprendizaje colaborativo y contribuya al desarrollo académico dentro de la carrera de arquitectura. El enfoque se da a partir de una variedad de necesidades y actividades entre privadas, grupales e

individuales las cuales son contempladas para la organización de los espacios educativos. La disposición estratégica de las zonas se ha concebido con la finalidad de crear una sinergia armoniosa entre los diferentes componentes del entorno educativo.

(Figura 85) su configuración está dispuesta por las siguientes áreas: cinco módulos de trabajo, dos áreas de cohesión, dos áreas estratégicas – pasillo, dos aulas de taller, dos aulas modulares de expresión gráfica y una sala de cómputo. La distribución se dispone a partir de la ubicación de los accesos principales que se encuentran en los laterales del subsuelo que se conectan con las áreas de cohesión convirtiéndose en un primer filtro para los usuarios, para luego continuar con el recorrido por los pasillos para ingresar a los talleres.

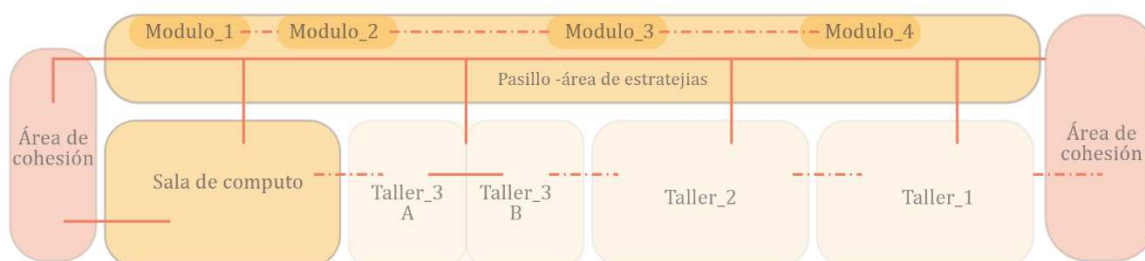


Figura 85: Organigrama general de la planta del subsuelo.

Fuente: Autor.

Cada área se ha pensado para satisfacer diferentes necesidades y actividades, asegurando que el área de cohesión sea un espacio útil y agradable para la comunidad estudiantil (Figura 86).

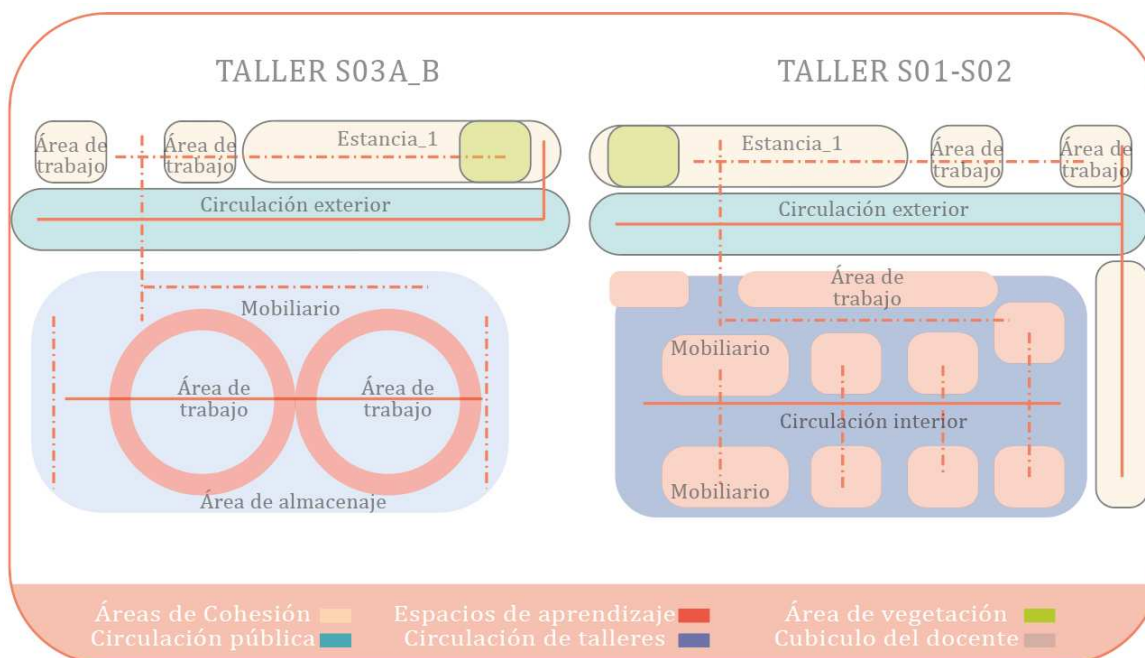


Figura 86: Organigrama general de la planta del subsuelo.

Fuente: Autor.

4.5 Zonificación general

La zonificación del diseño se estructura en tres áreas primordiales: aulas de taller, laboratorio y espacios de cohesión, junto con las áreas de circulación correspondientes. Esta división se concibe con el propósito de garantizar una funcionalidad óptima y una disposición espacial eficiente que maximice el uso del espacio disponible. Cada área se designa para cumplir con funciones específicas, asegurando que los usuarios puedan acceder fácilmente a los recursos y servicios necesarios para llevar a cabo sus actividades. La disposición de las áreas de circulación se planifica de manera que facilite el flujo directo y sin obstrucciones entre las diferentes zonas, fomentando así una dinámica de movimiento fluida, generando privacidad a los usuarios en el acceso a las aulas, además una interacción efectiva entre los usuarios y los diversos espacios de trabajo. En conjunto, esta planificada para crear un entorno que promueva la productividad, la colaboración y el bienestar de quienes utilizan el espacio (Figura 87).

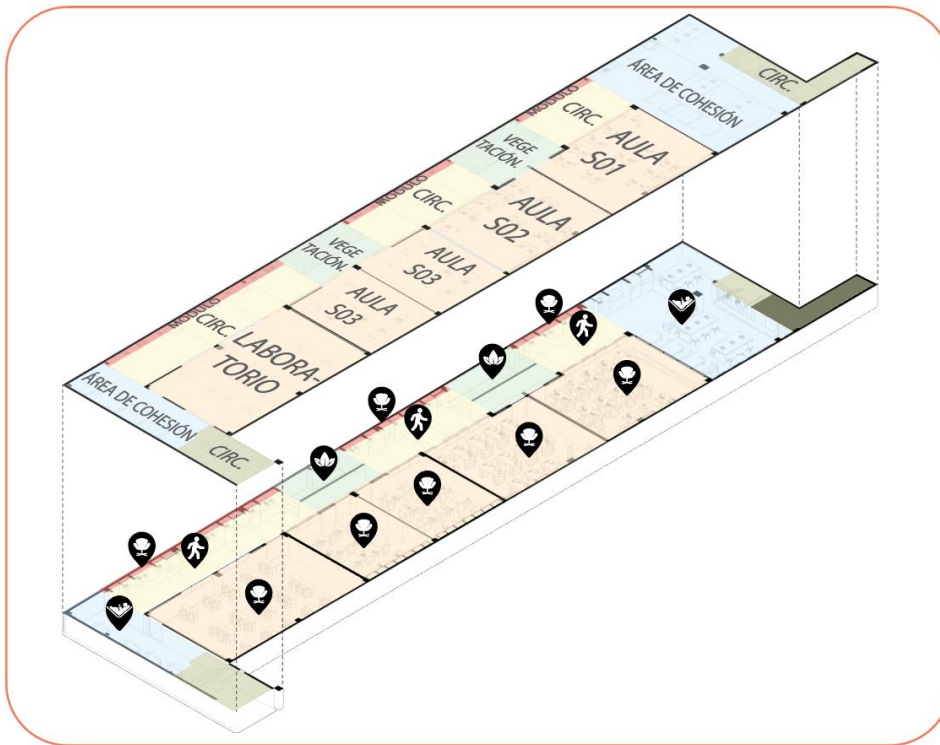


Figura 87: Zonificación general de la planta del subsuelo.

Fuente: Autor.

Tabla 39: Medidas de los espacios en la zonificación.

Medidas de los espacios en la zonificación					
		Ancho	Largo	Altura	Superficie m ²
Circulación V.		1,40 m	7,00 m	3,50 m	38,20 m ²
Circulación H.		3,71 m	15,00 m	4,15 m	101,18 m ²
Área de cohesión		5,65 m	11,45 m	2,70 m	92,00 m ²
Aula S01		6,50 m	8,70 m	2,70 m	61,80 m ²
Aula S02		6,40 m	8,70 m	2,70 m	60,35 m ²
Aula S03a		6,50 m	5,90 m	2,70 m	42,45 m ²
Aula S03b		6,50 m	5,80 m	2,70 m	42,00 m ²
Laboratorio		7,15 m	11,97 m	2,70 m	85,30 m ²
Módulo		0,50 m	5,80 m	3,30 m	17,40 m ²

4.5.1 Zonificación del área de cohesión

Espacio de encuentro y socialización: Un área central y acogedora diseñada para fomentar la interacción social entre los estudiantes. Pueden disponer de sofás, mesas y sillas cómodas para que los estudiantes se reúnan, compartan ideas, colaboren en proyectos y establezcan conexiones entre ellos (Figura 88; Figura 89).

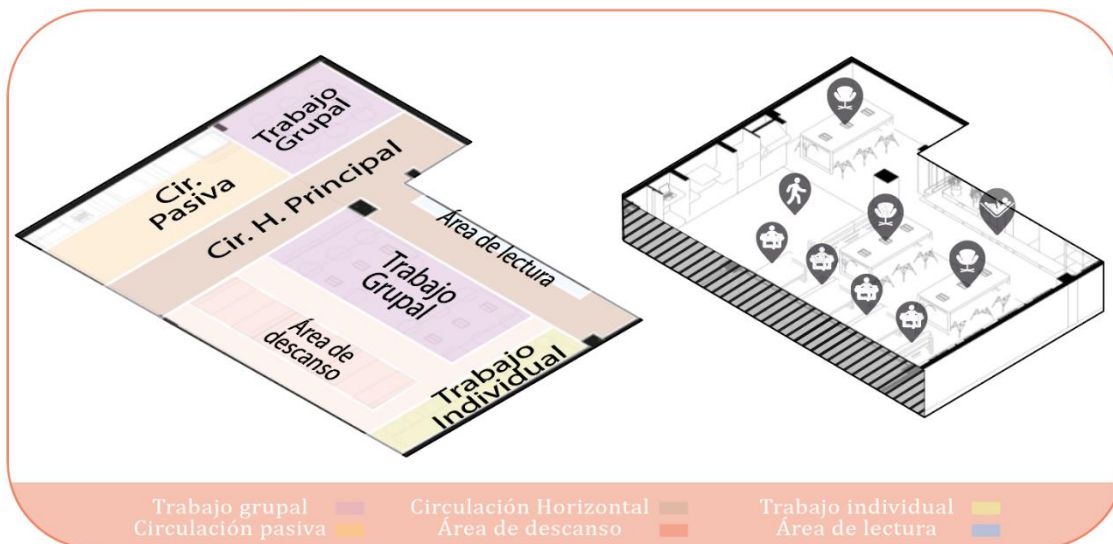


Figura 88: Zonificación del área de cohesión_1.

Fuente: Autor.

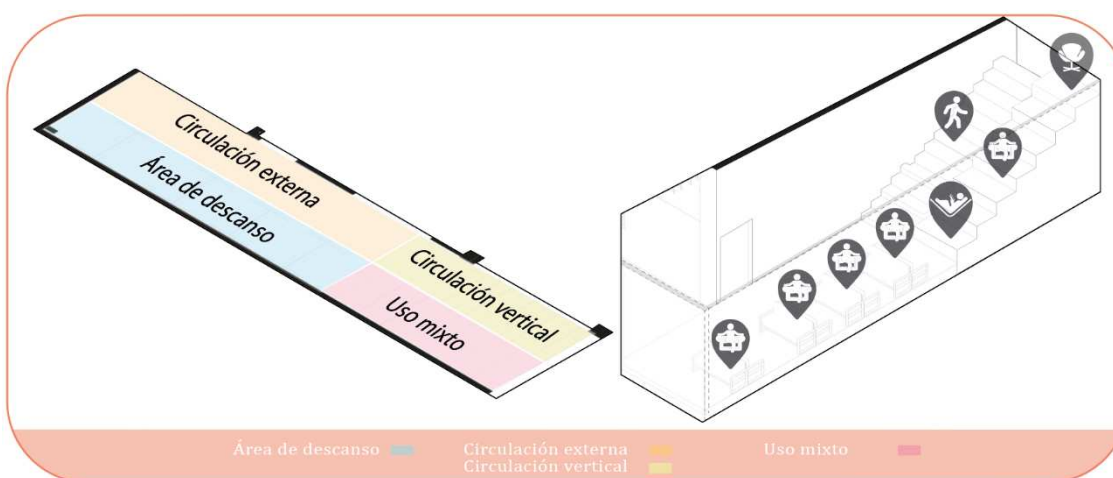


Figura 89: Zonificación del área de cohesión_2.

Fuente: Autor.

Tabla 40: Medidas del área de cohesión.

		Medidas del Área de cohesión en la zonificación			
		Ancho	Largo	Altura	Superficie m ²
Trabajo grupal		3,30 m	6,00 m	2,70 m	23,20 m ²
Circulación pasiva		2,00 m	5,65 m	4,00 m	11,30 m ²
Circulación principal		1,50 m	9,00 m	4,50 m	25,00 m ²
Área de descanso		1,50 m	5,50 m	2,70 m	8,25 m ²
Trabajo individual		1,10 m	5,60 m	2,70 m	6,15 m ²
Área de lectura		0,40 m	5,00 m	2,70 m	2,00 m ²

4.5.2 Zonificación del aula S01

La zonificación funcional y espacial de un aula de taller es un proceso clave en el diseño de espacios educativos que busca maximizar la eficiencia y la efectividad del aprendizaje. Estas áreas son cuidadosamente diseñadas para fomentar la creatividad, la colaboración y el aprendizaje práctico, elementos fundamentales en la formación profesional de los estudiantes (Figura 90).

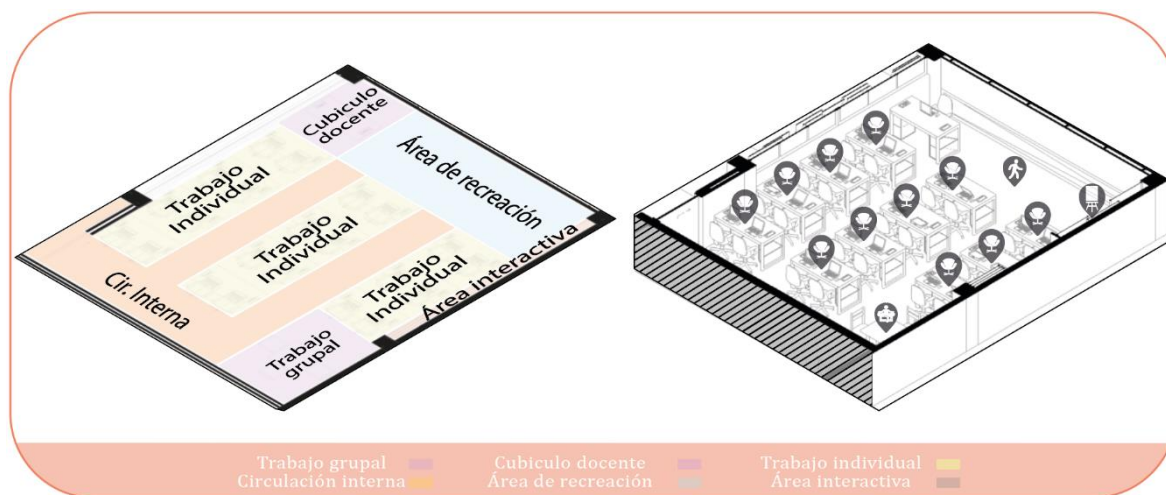


Figura 90: Zonificación del área aula S01.

Fuente: Autor.

Tabla 41: Medidas del área aula S01.

Medidas del Área aula S01					
		Ancho	Largo	Altura	Superficie m ²
Trabajo grupal		1,90 m	2,70 m	2,70 m	5,10 m ²
Circulación interna		1,20 m	6,70 m	2,70 m	17,60 m ²
Cubículo docente		1,50 m	2,00 m	2,70 m	3,00 m ²
Área de recreación		2,00 m	5,00 m	2,70 m	10,00 m ²
Trabajo individual		1,60 m	5,55 m	2,70 m	24,60 m ²
Área interactiva		0,30 m	5,60 m	2,10 m	5,90 m ²

4.5.3 Zonificación del aula S02

La creación de áreas específicas para actividades de aprendizaje, relación alumno-docente, y práctica profesional contribuye a optimizar el uso del espacio y a potenciar la experiencia educativa. Por ejemplo, un espacio dedicado a la interacción entre alumnos y profesores puede estar equipado con mobiliario flexible que facilite la comunicación y el intercambio de ideas, mientras que un área de práctica profesional puede contar con equipos especializados y materiales adecuados para la realización de proyectos prácticos. Al proporcionar áreas específicas para diferentes tipos de actividades y promover la colaboración y la creatividad, estas zonas contribuyen a enriquecer la experiencia de aprendizaje y a preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos de su carrera profesional (Figura 91).

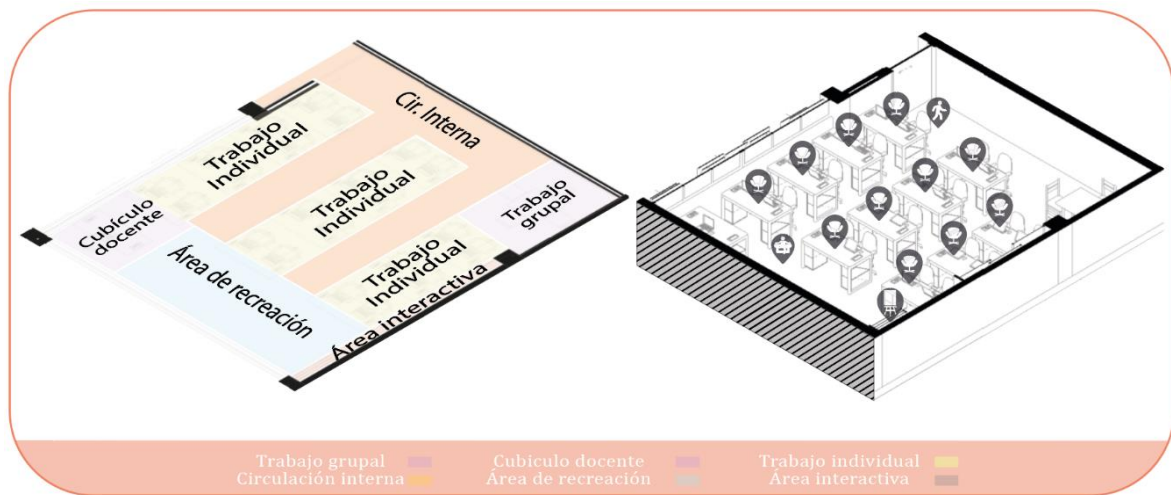


Figura 91: Zonificación del área aula S02.

Fuente: Autor.

Tabla 42: Medidas del área aula S02.

Medidas del Área aula S02					
		Ancho	Largo	Altura	Superficie m ²
Trabajo grupal		1,90 m	2,70 m	2,70 m	5,10 m ²
Circulación interna		1,20 m	6,70 m	2,70 m	17,60 m ²
Cubículo docente		1,50 m	2,00 m	2,70 m	3,00 m ²
Área de recreación		2,00 m	5,00 m	2,70 m	10,00 m ²
Trabajo individual		1,60 m	5,55 m	2,70 m	24,60 m ²
Área interactiva		0,30 m	5,60 m	2,10 m	5,90 m ²

4.5.4 Zonificación del aula S03_A

La zonificación funcional y espacial de un aula de expresión grafica está pensada para optimizar el espacio para promover la creatividad, la colaboración y el aprendizaje práctico con el enfoque que todos los estudiantes rodeen los volúmenes o elementos que se necesitan para las practicas. Al tener áreas específicas para actividades de aprendizaje, relación alumno-docente (Figura 92).

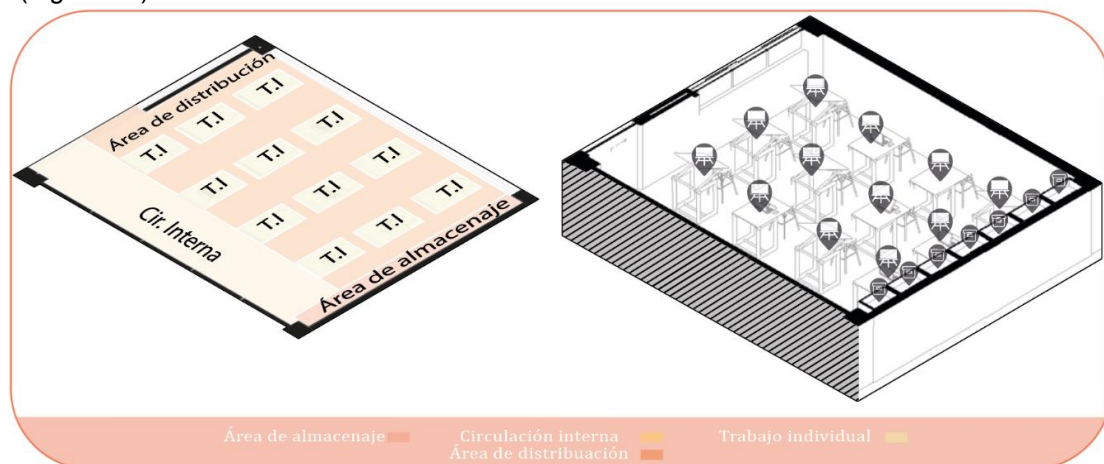


Figura 92: Zonificación del área aula S03_A.

Tabla 43: Medidas del área aula S03_A.

Medidas del aula S03_A					
Área de almacenaje		Ancho	Largo	Altura	Superficie m ²
Circulación interna		0,40 m	5,40 m	1,50 m	2,20 m ²
Área de distribución		3,71 m	15,00 m	2,70 m	25,00 m ²
Trabajo individual		0,60 m	4,20 m	2,70 m	15,00 m ²

4.5.5 Zonificación del aula S03_B

La creación de áreas específicas para actividades de aprendizaje y la relación alumno-docente contribuye a maximizar la eficacia del espacio y a enriquecer la experiencia educativa. Por ejemplo, un área de trabajo colaborativo puede estar equipada con mesas y pizarras que fomenten la creatividad y la discusión de ideas, mientras que un espacio para la interacción con el docente puede contar con una disposición que facilite la comunicación directa y el intercambio de conocimientos (figura 93).

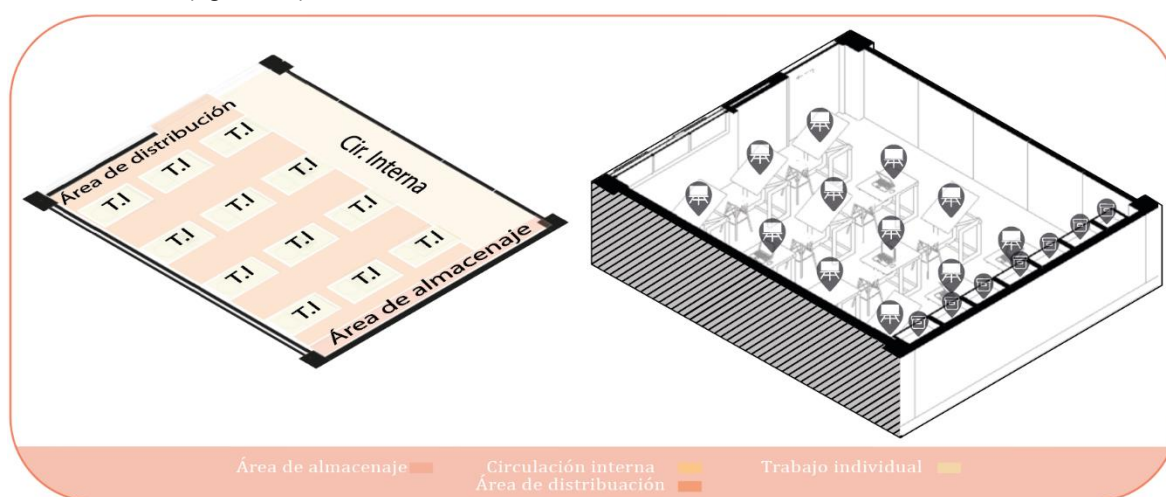


Figura 93: Zonificación del área aula S03_B.

Fuente: Autor.

Tabla 44: Medidas del área aula S03_B.

Medidas del aula S03_B					
Área de almacenaje		Ancho	Largo	Altura	Superficie m ²
Circulación interna		0,40 m	5,40 m	1,50 m	2,20 m ²
Área de distribución		3,71 m	15,00 m	2,70 m	25,00 m ²
Trabajo individual		0,60 m	4,20 m	2,70 m	15,00 m ²

4.5.6 Zonificación del aula laboratorio

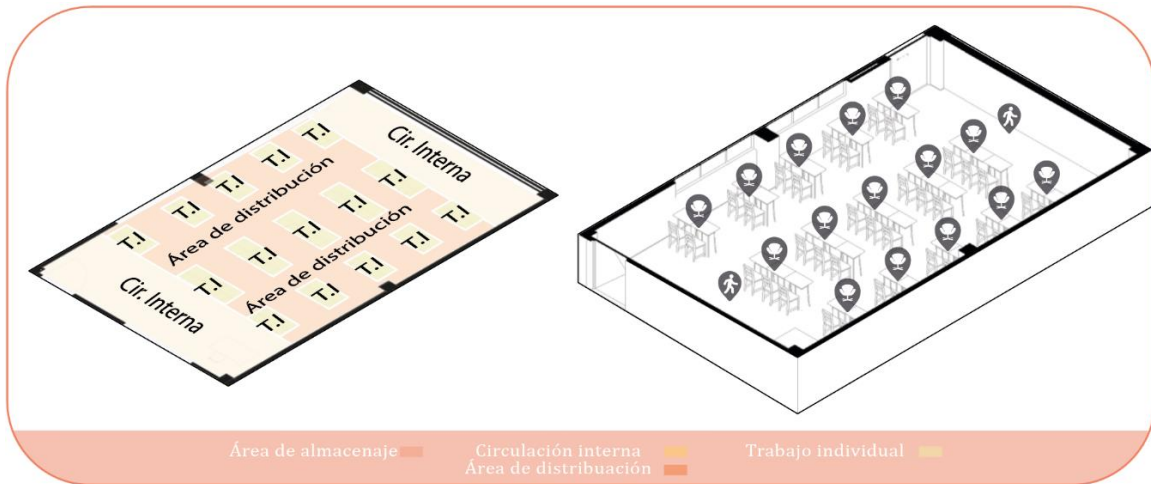


Figura 94: Zonificación del aula laboratorio.

4.5.7 Zonificación del área de cohesión

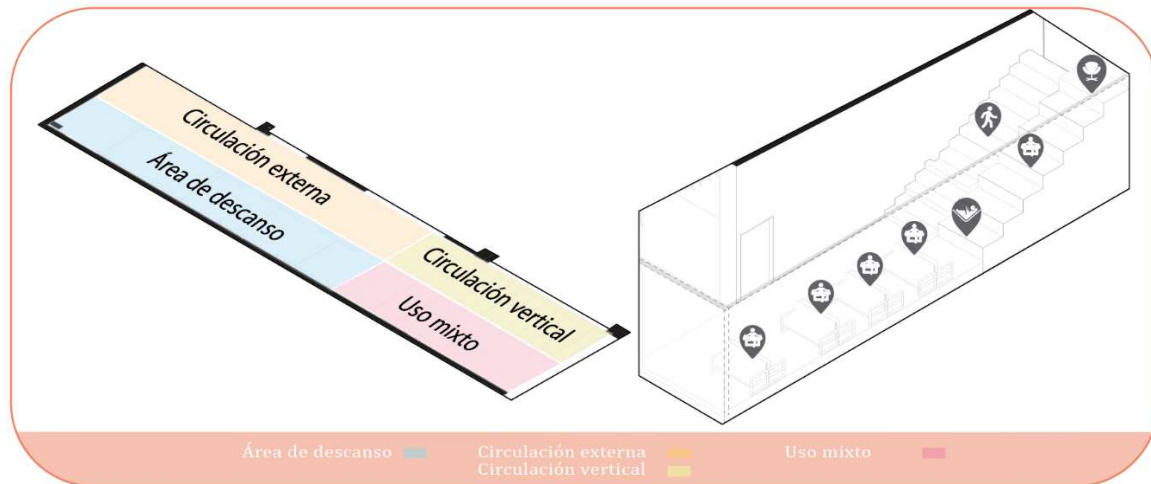


Figura 95: Zonificación del área de cohesión.

4.5.8 Zonificación del área de circulación-vegetación

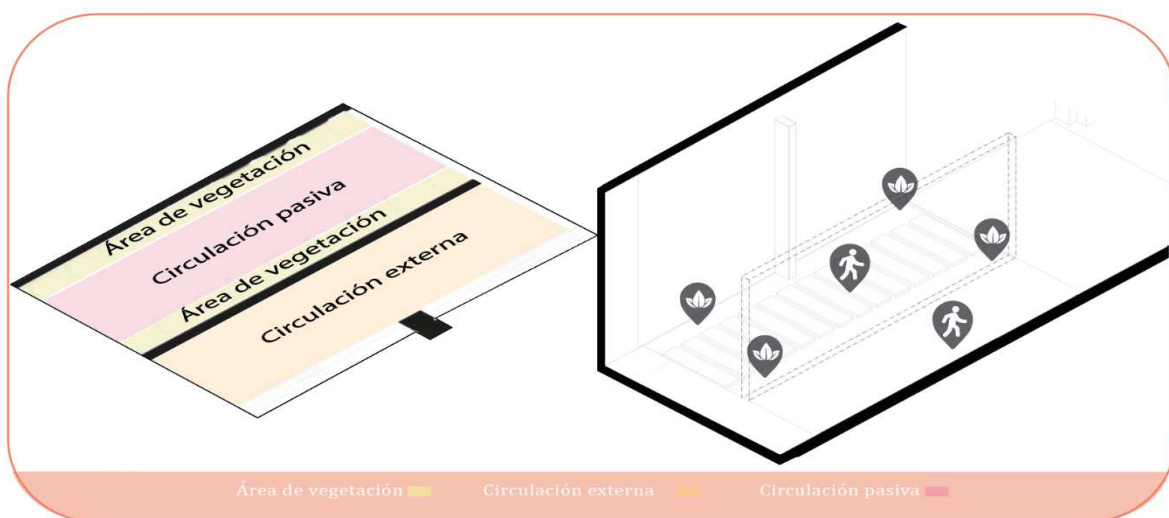


Figura 96: Zonificación del área de circulación-vegetación.

4.6 Planta arquitectónica

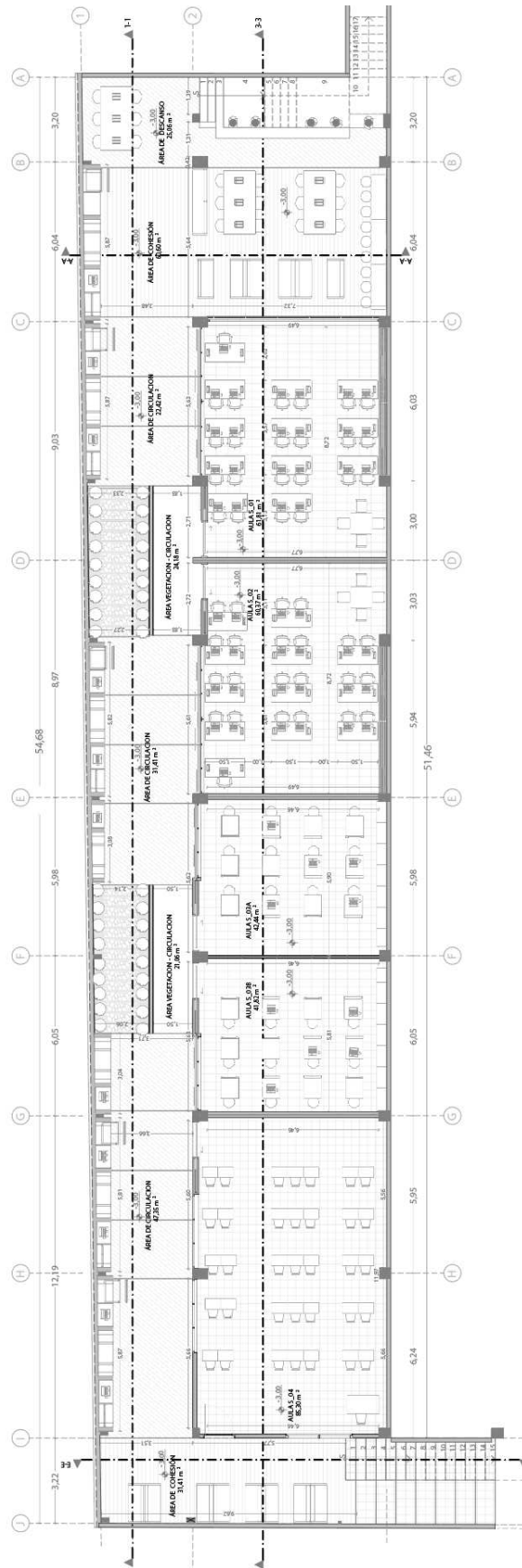


Figura 97: Planta arquitectónica del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

4.6.1 Planta Arquitectónica (Área de cohesión)

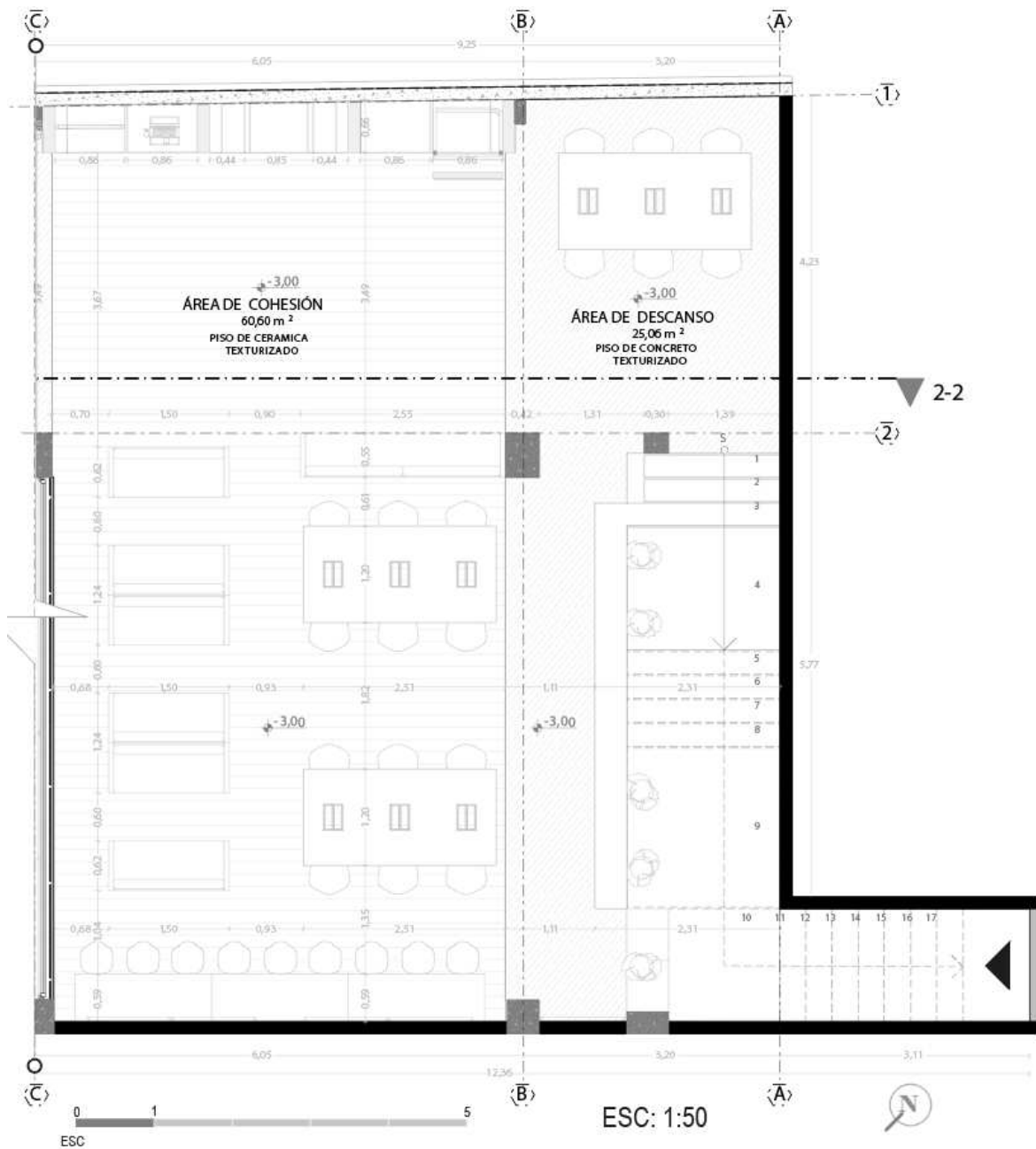


Figura 98: Planta arquitectónica (área de cohesión) del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

Fuente: Autor.

4.6.2 Planta Arquitectónica (Aula S_01)

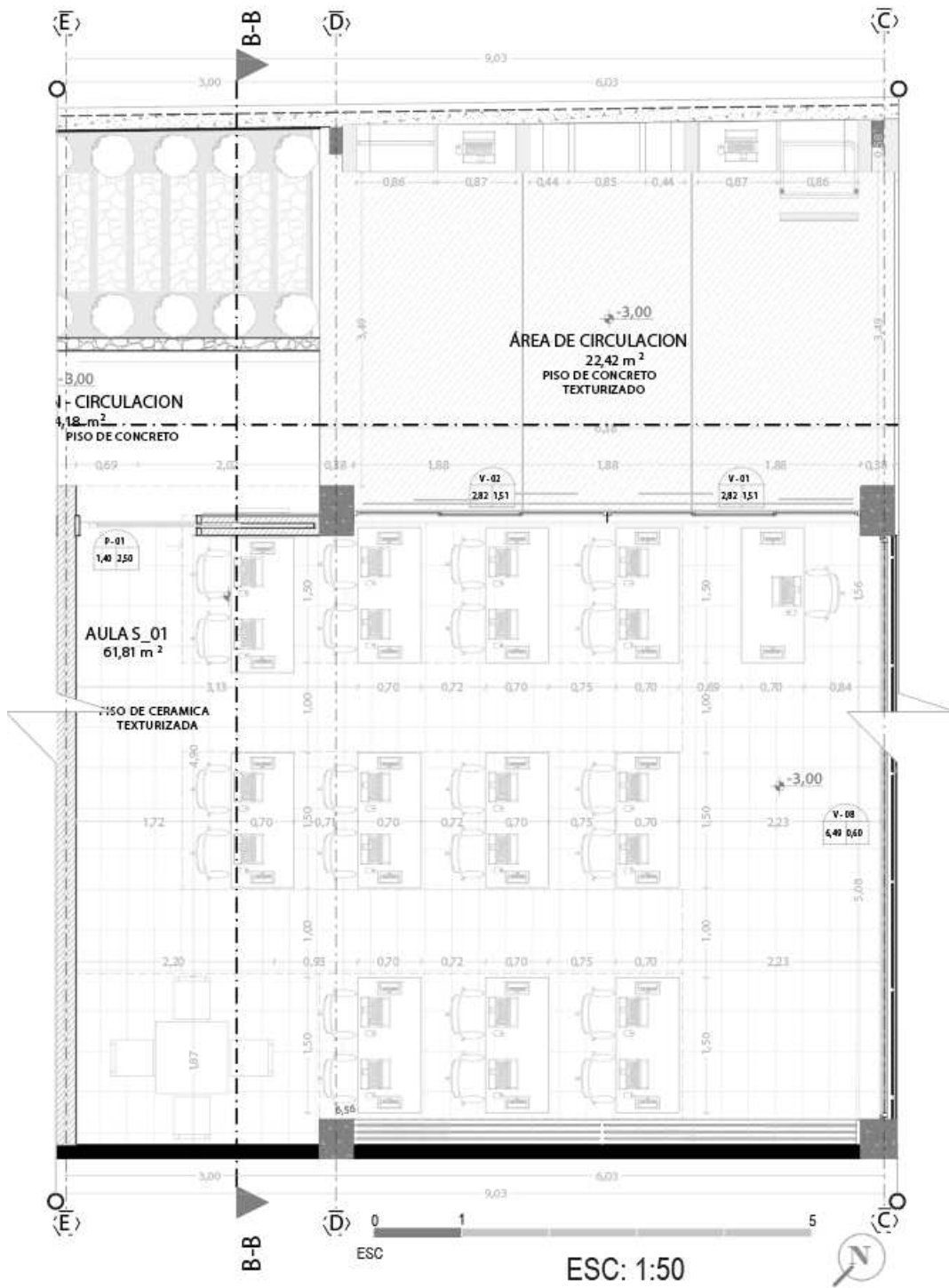


Figura 99: Planta arquitectónica (Aula S_01) del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

Fuente: Autor.

4.6.3 Planta Arquitectónica (Aula S_02)

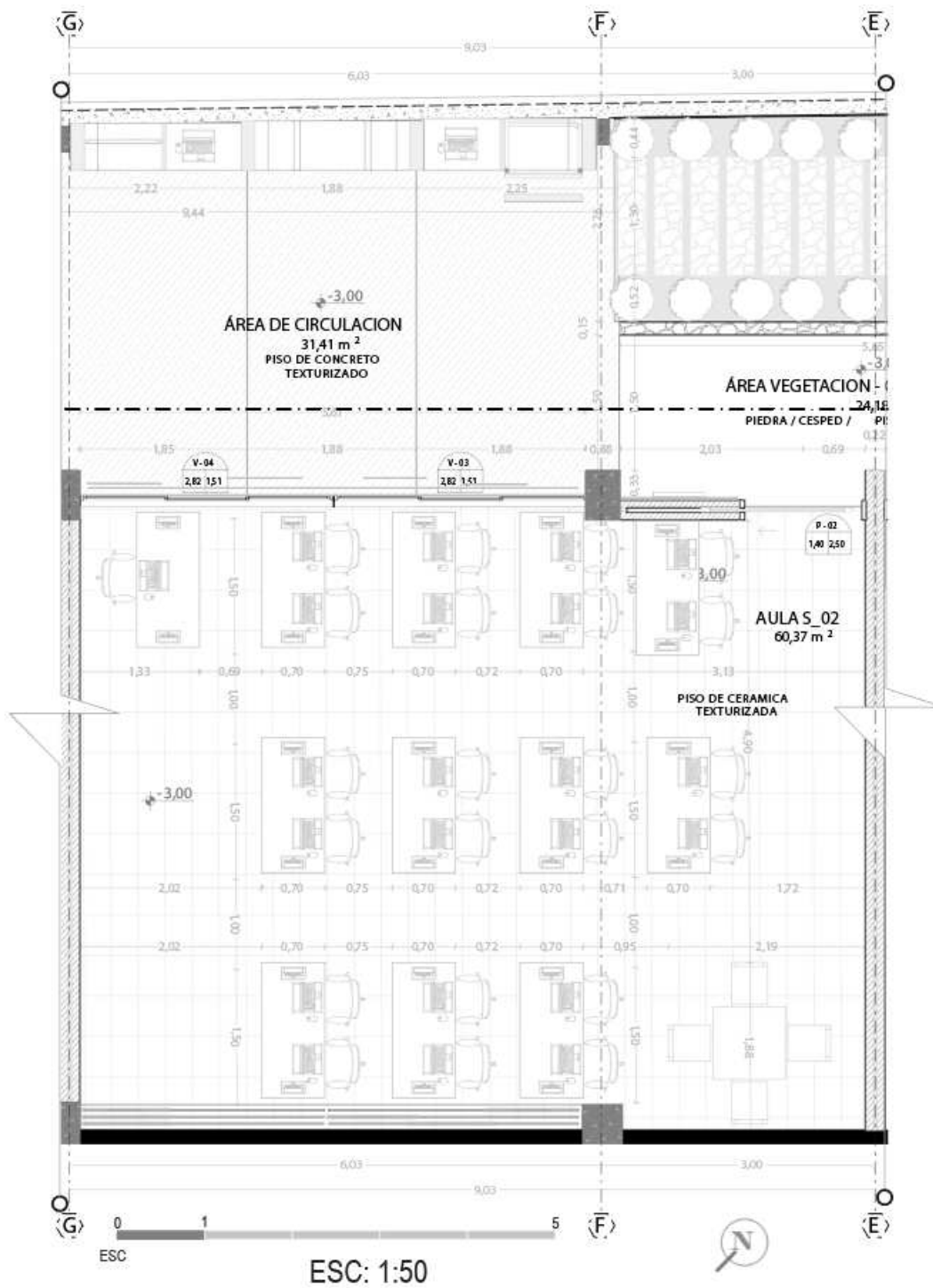


Figura 100: Planta arquitectónica (Aula S_02) del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

Fuente: Autor.

4.6.4 Planta Arquitectónica (Aula S_03A)

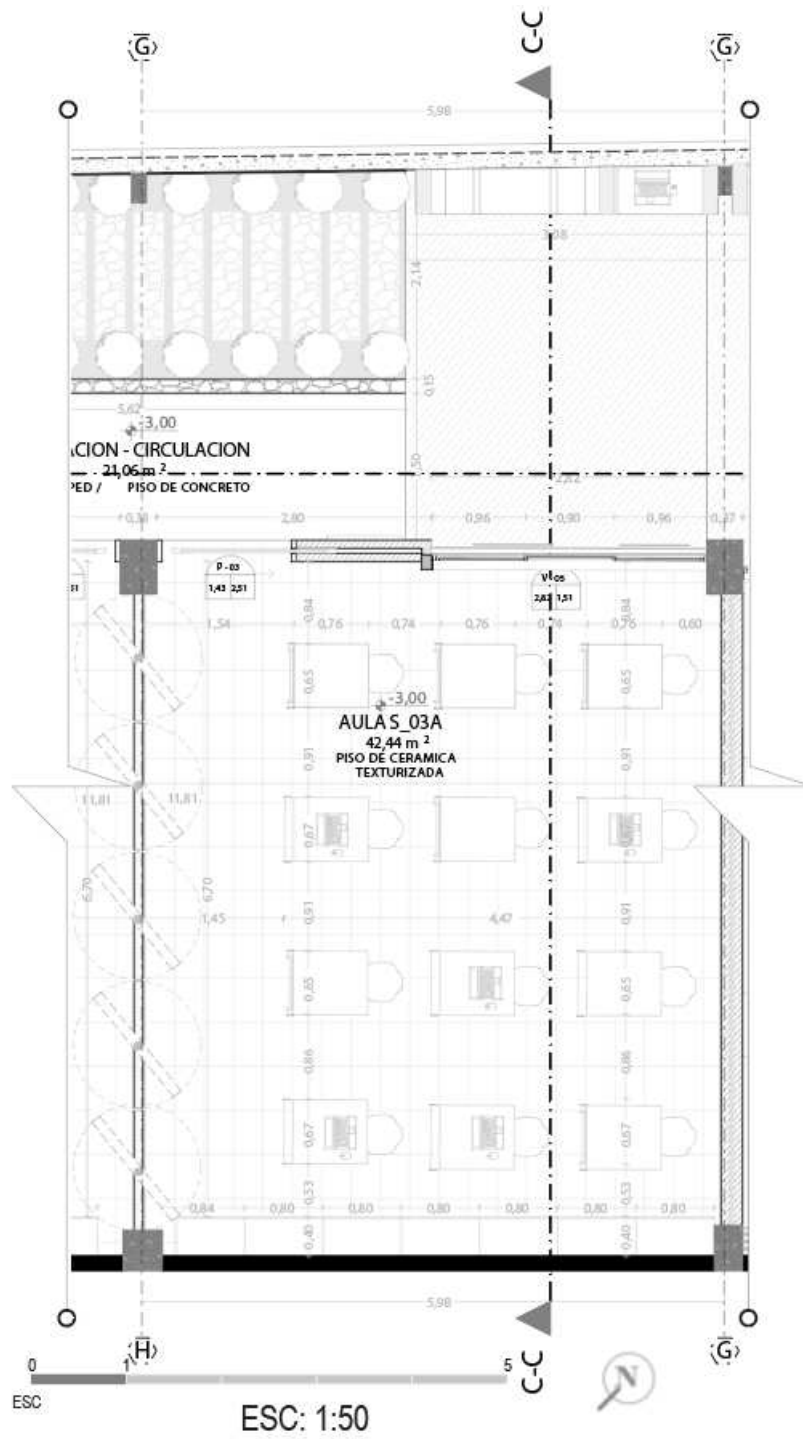


Figura 101: Planta arquitectónica (Aula S_03A) del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

Fuente: Autor.

4.6.5 Planta Arquitectónica (Aula S_03B)

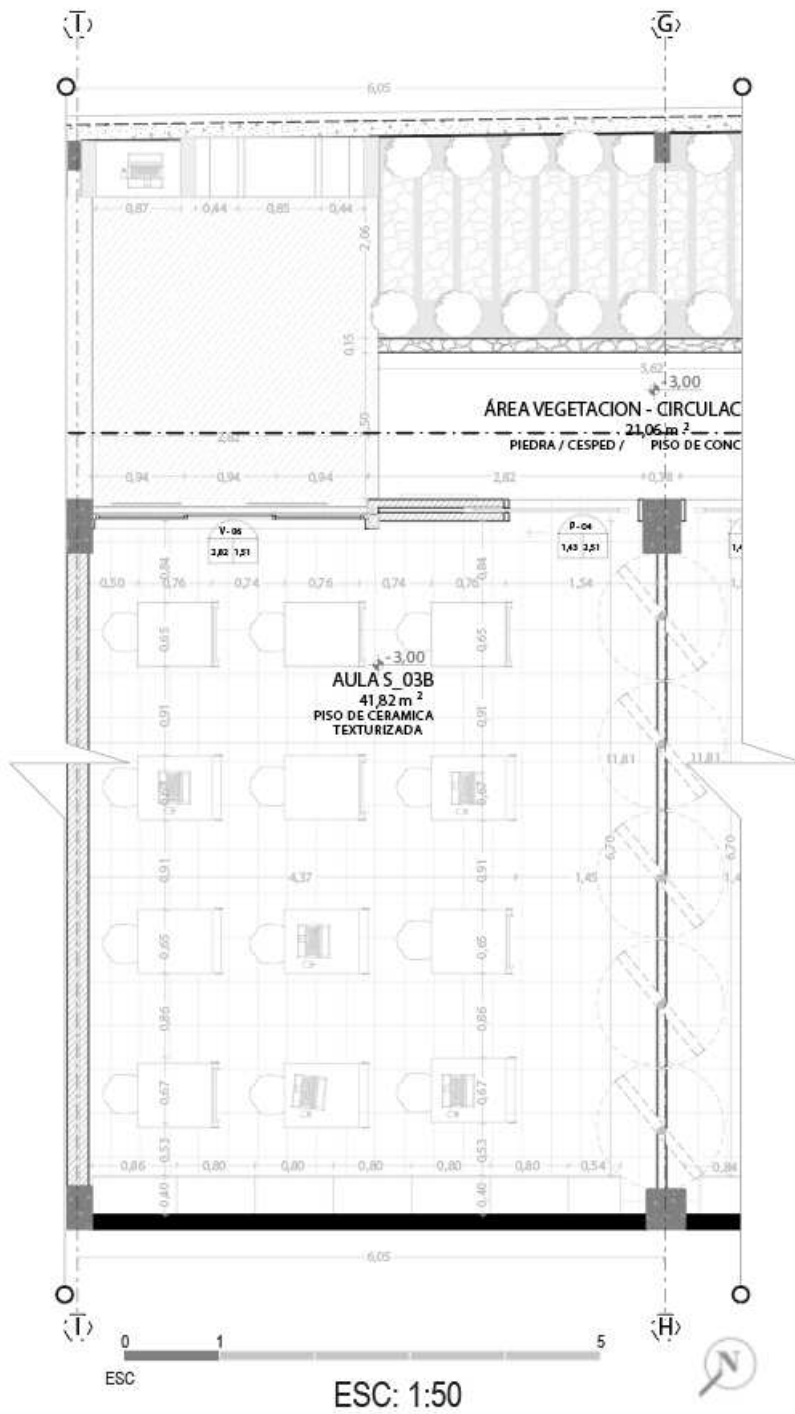


Figura 102: Planta arquitectónica (Aula S_03B) del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

Fuente: Autor.

4.6.6 Planta Arquitectónica (Aula S_04 – Área de cohesión)

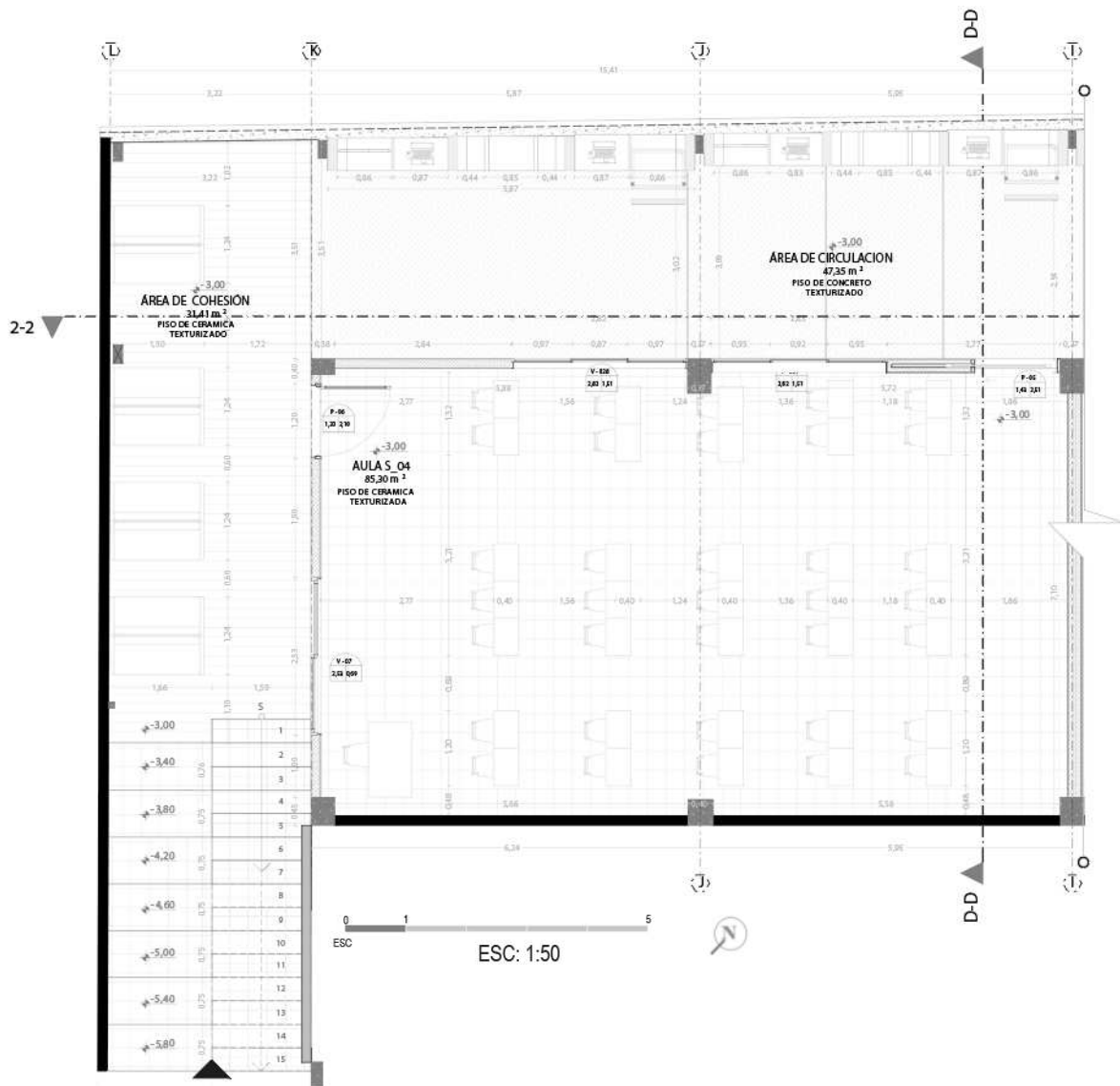


Figura 103: Planta arquitectónica (Aula S_04 – Área de cohesión) del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

Fuente: Autor.

4.7 Elevaciones

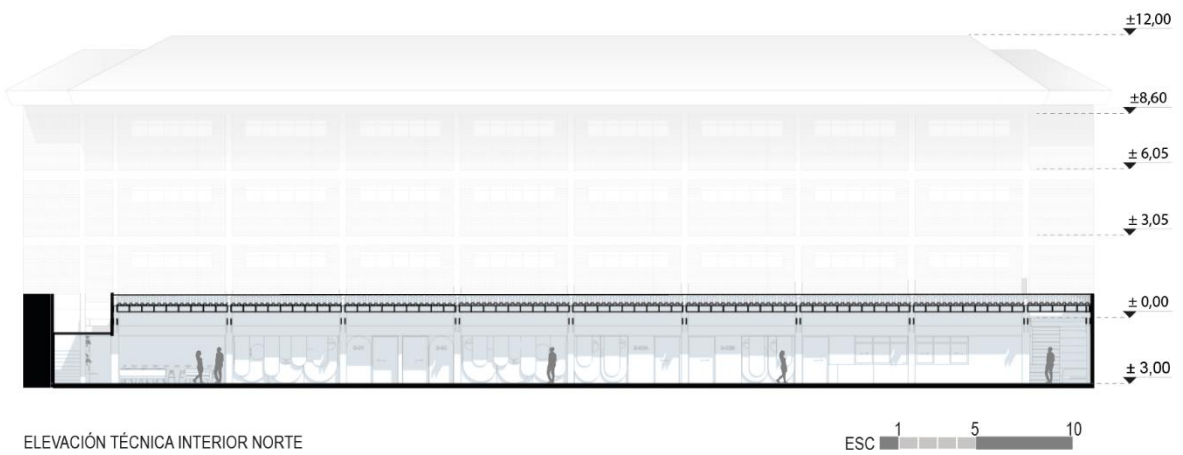


Figura 104: Elevación cromática y técnica interior norte del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

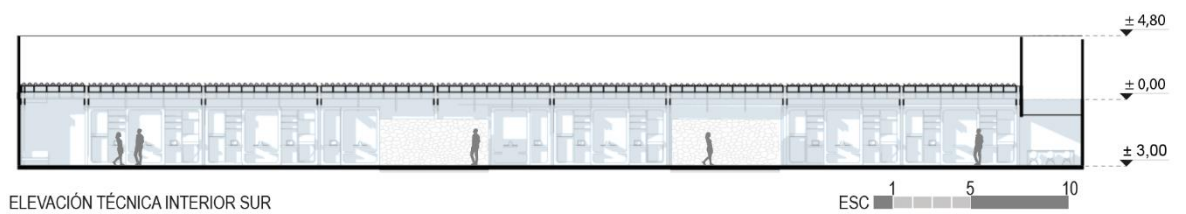


Figura 105: Elevación cromática y técnica interior sur del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

4.8 Secciones en 2D

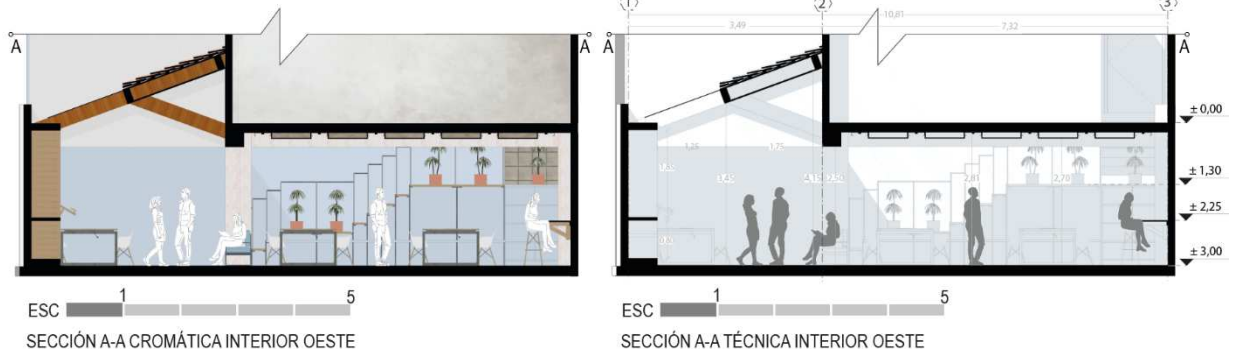


Figura 106: Sección A-A cromática y técnica interior oeste del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

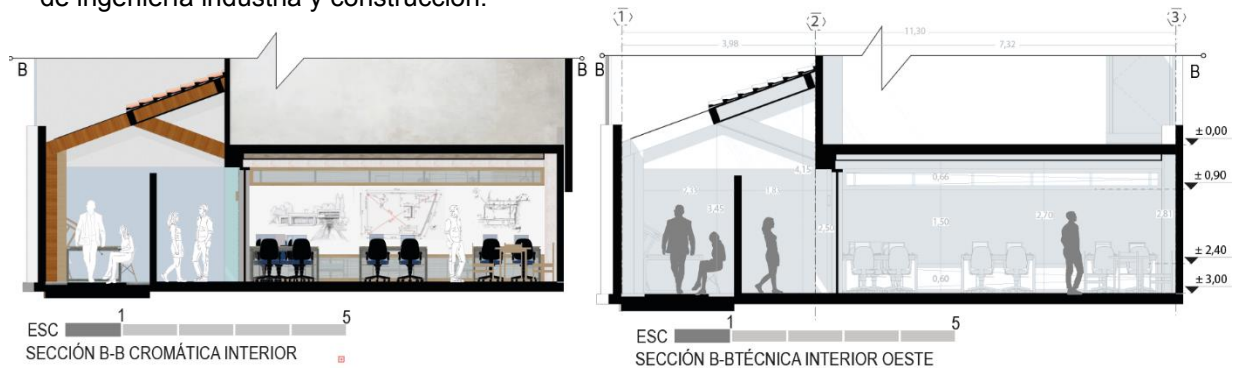


Figura 107: Sección B-B cromática y técnica interior oeste del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

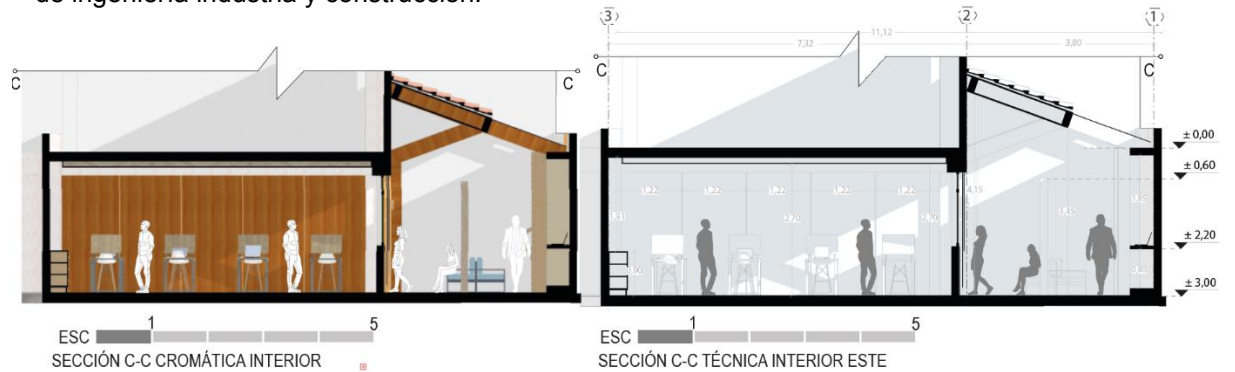


Figura 108: Sección C-C cromática y técnica interior oeste del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.



Figura 109: Sección D-D cromática y técnica interior oeste del subsuelo de la unidad académica.

4.8.1 Sección A-A técnica interior oeste

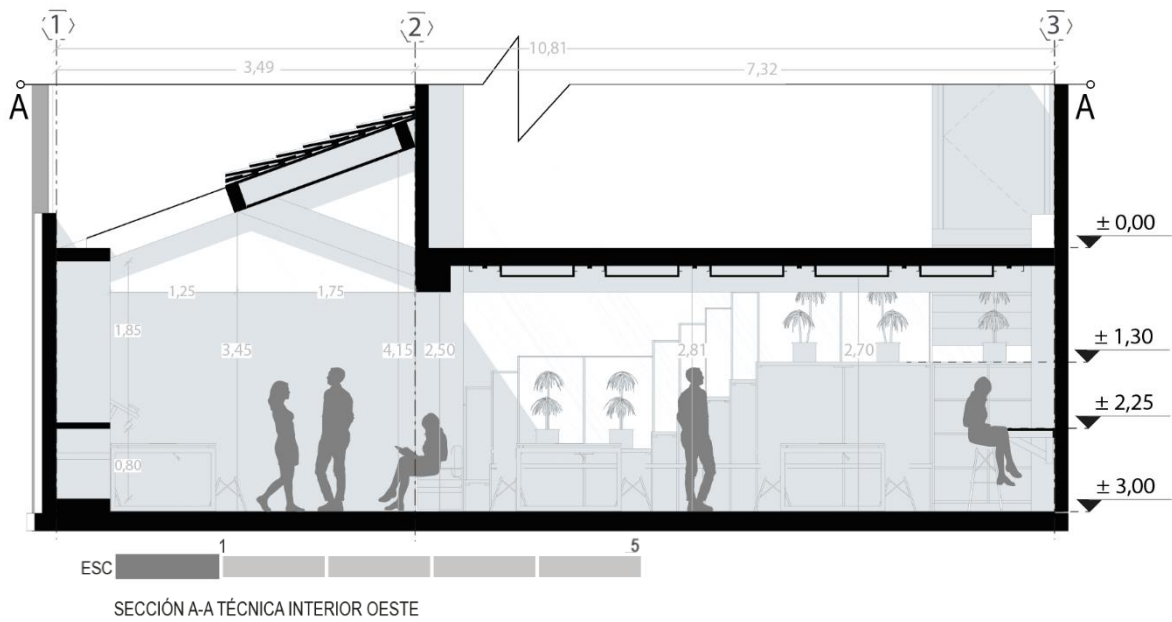


Figura 110: Sección A-A técnica interior oeste del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

4.8.2 Sección B-B técnica interior oeste

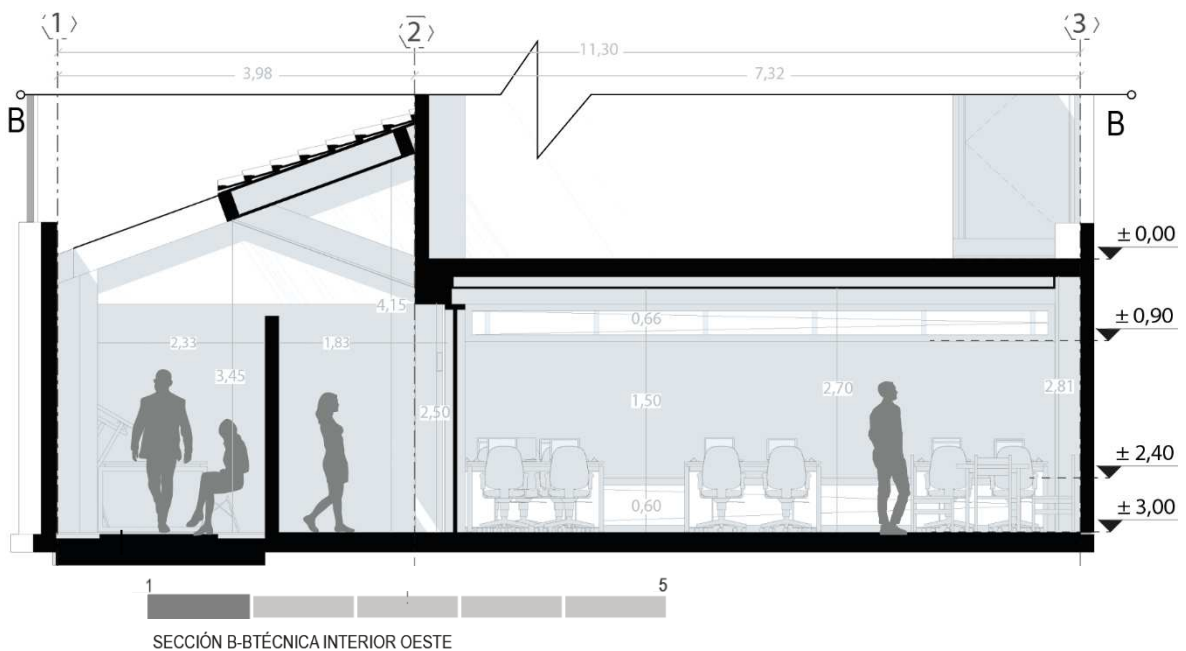


Figura 111: Sección B-B técnica interior oeste del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

4.8.3 Sección C-C técnica interior este

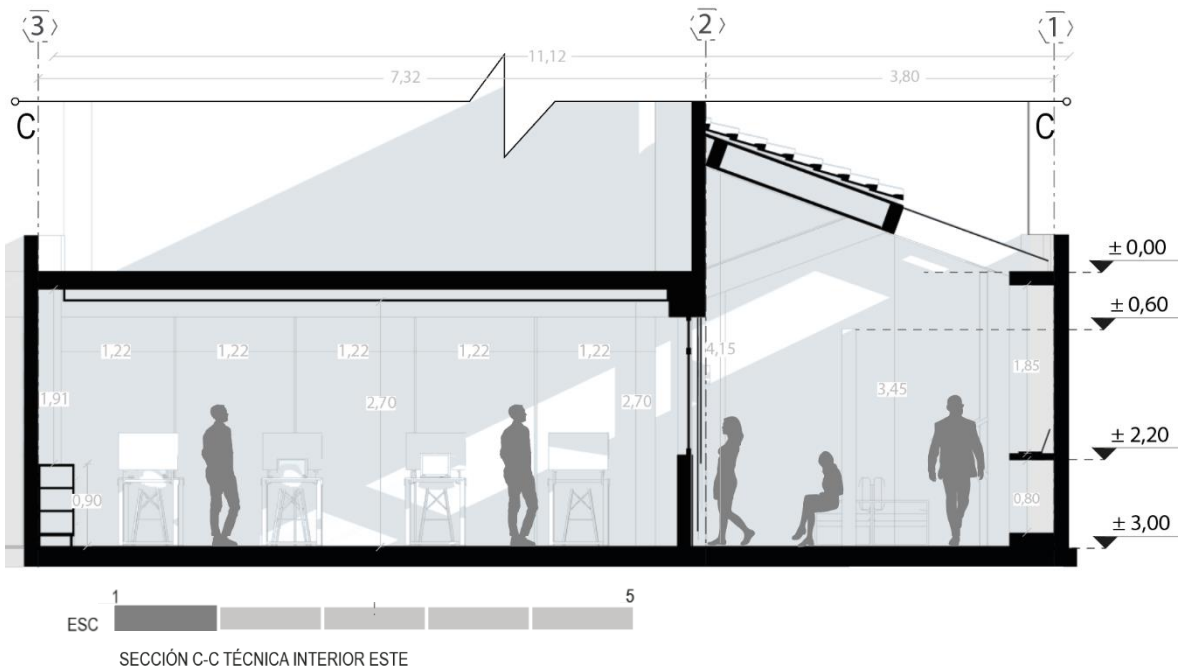


Figura 112: Sección C-C técnica interior este del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

4.8.4 Sección D-D técnica interior este

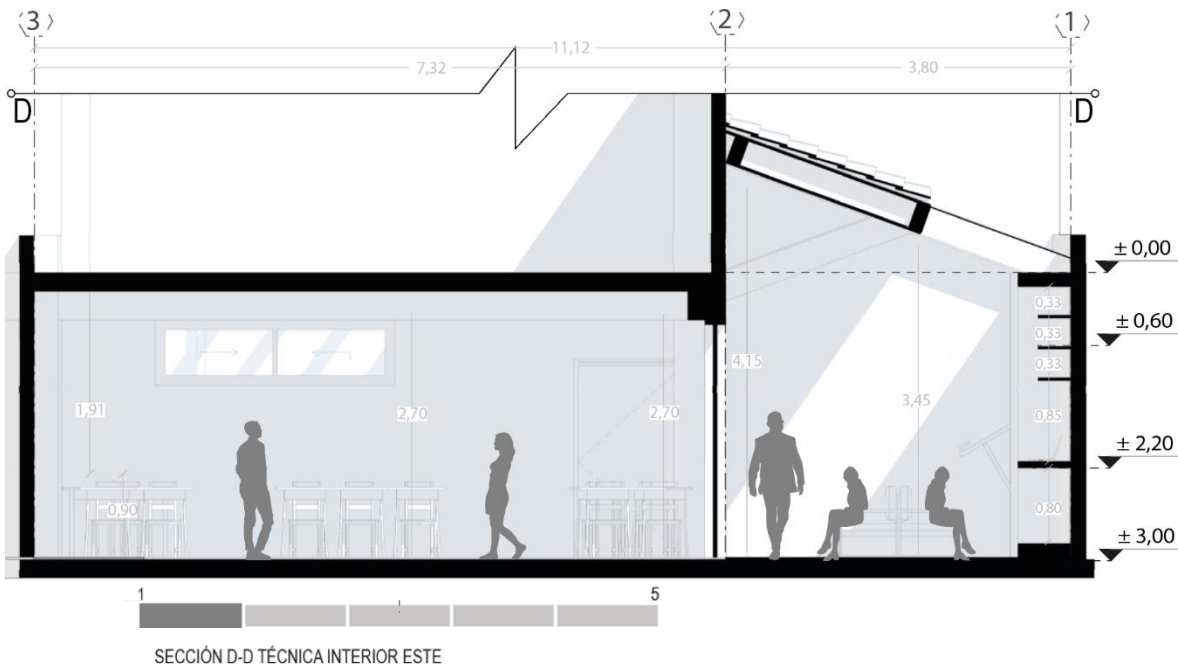


Figura 113: Sección D-D técnica interior este del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

4.8.5 Sección E-E técnica interior este

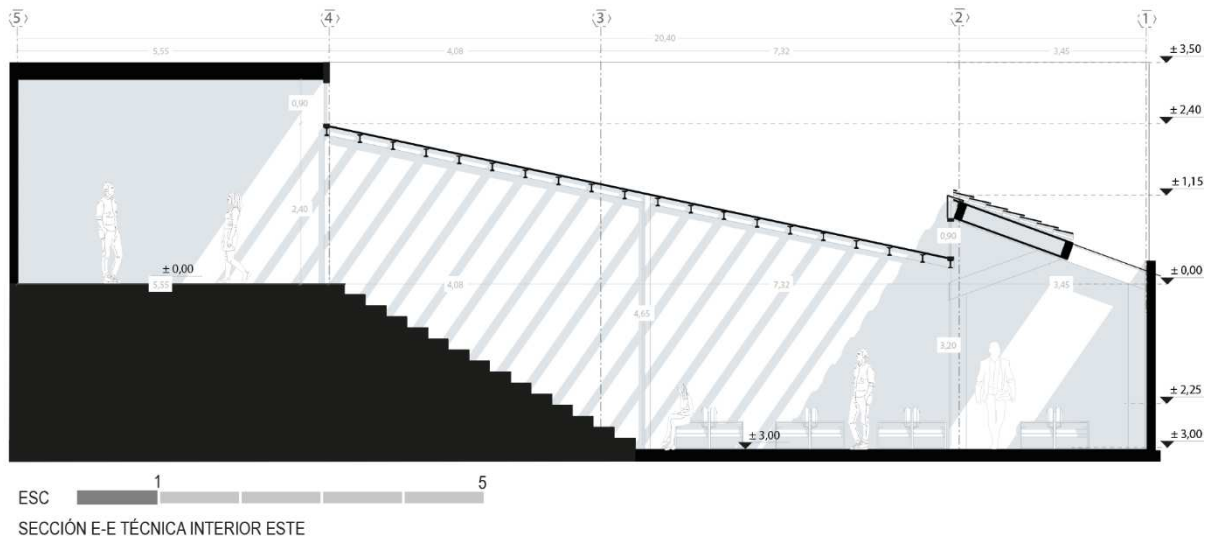


Figura 114: Sección E-E técnica interior este del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

4.8.6 Sección 3-3 técnica interior norte

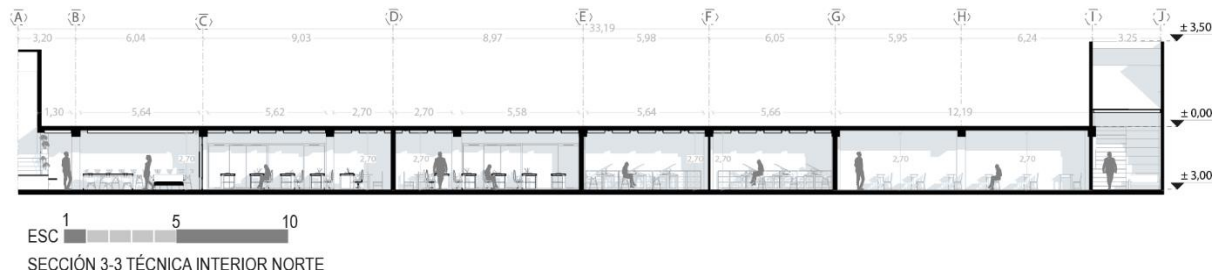


Figura 115: Sección 3-3 técnica interior este del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

4.9 Secciones en 3D

4.9.1 Sección A-A 3D interior oeste

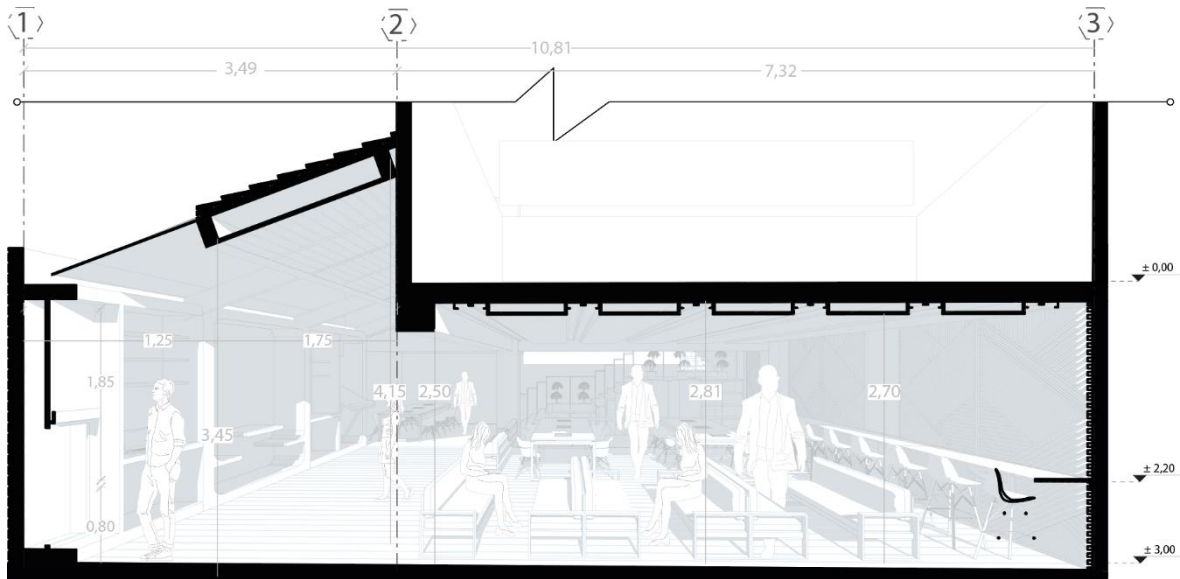


Figura 116: Sección A-A 3D interior oeste del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

4.9.2 Sección B-B 3D interior oeste

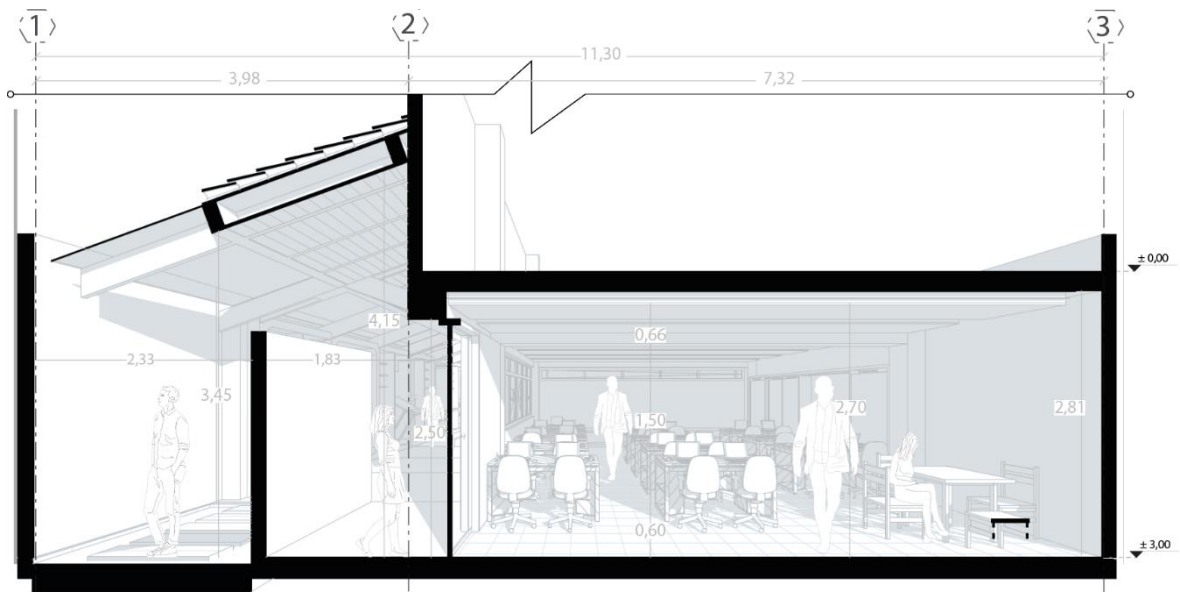


Figura 117: Sección B-B 3D interior oeste del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

4.9.3 Sección C-C 3D interior este

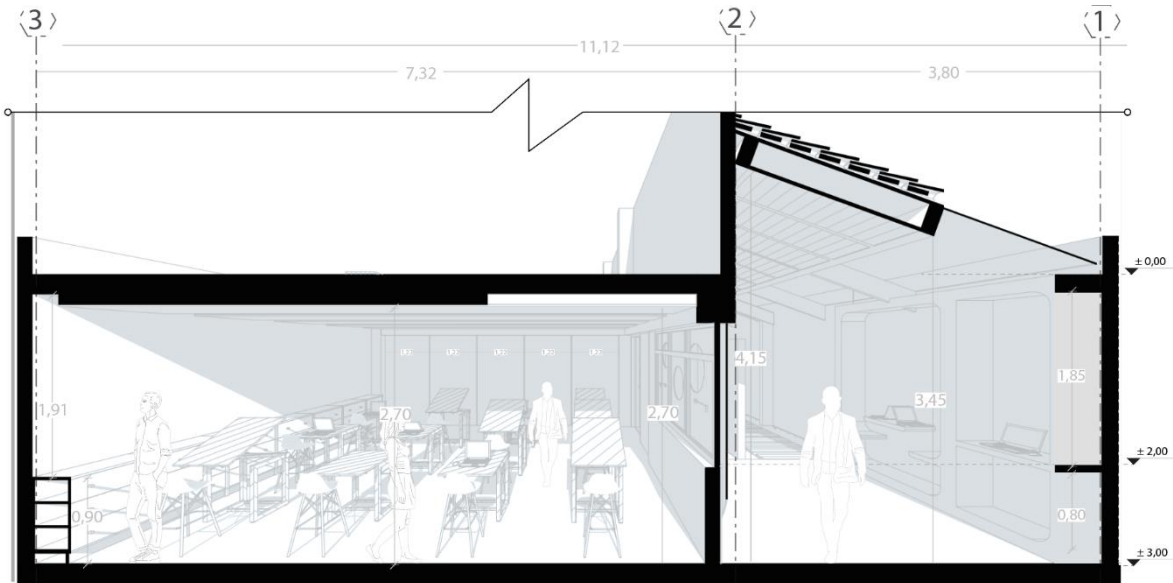


Figura 118: Sección C-C 3D interior este del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

4.9.4 Sección D-D 3D interior este

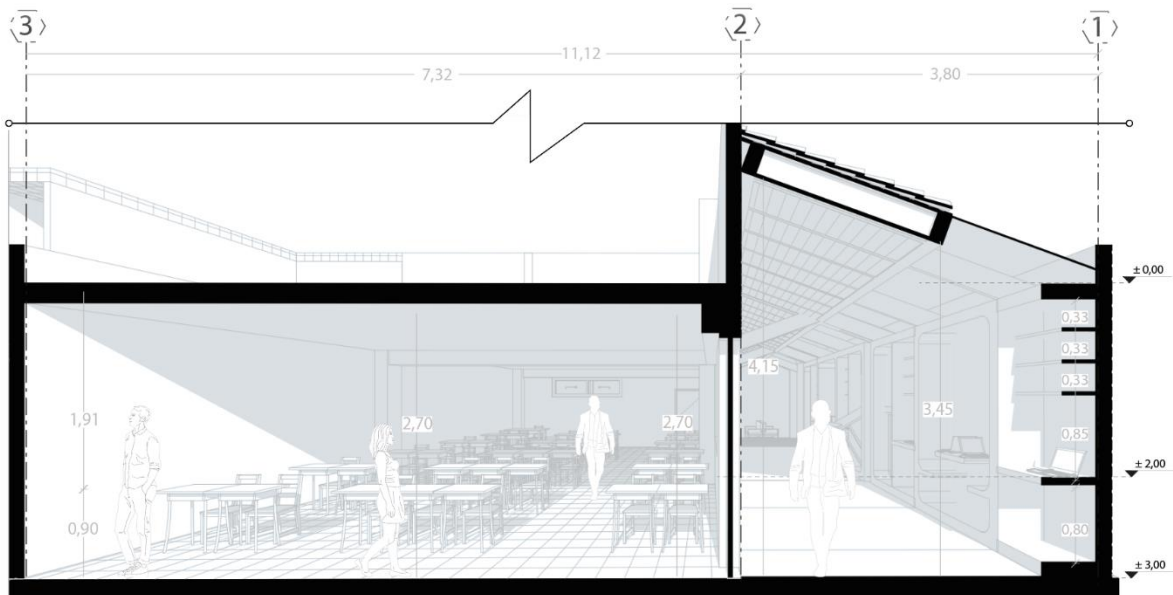


Figura 119: Sección D-D 3D interior este del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

4.9.5 Sección E-E 3D interior este

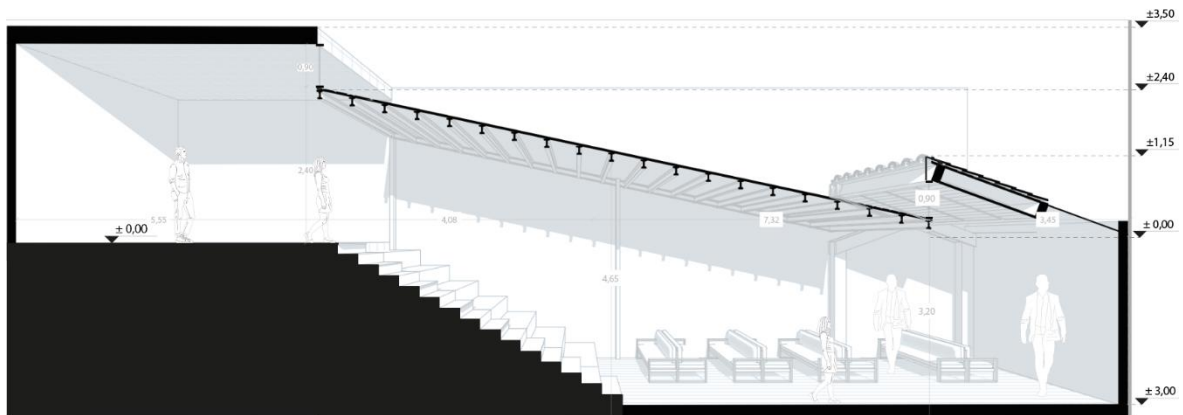


Figura 120: Sección E-E 3D interior este del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

4.10 Secciones constructivas y especificaciones técnicas

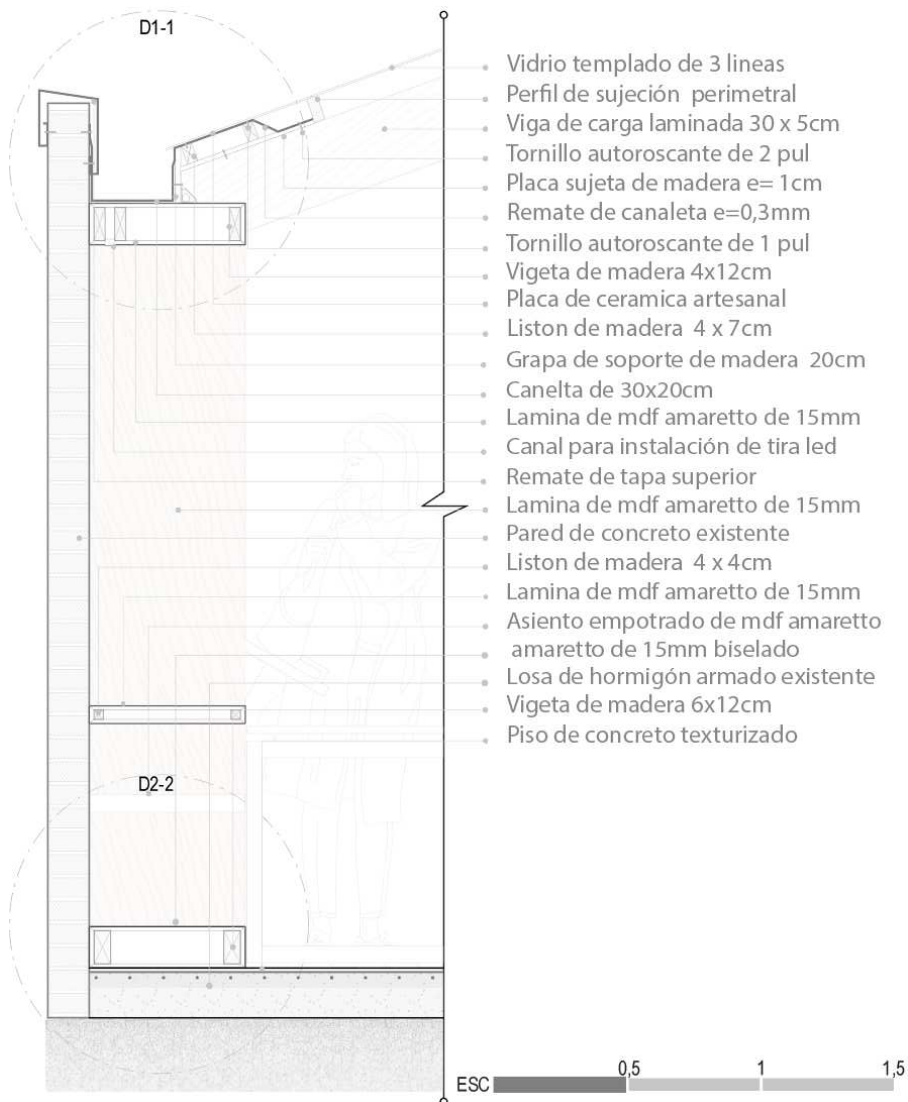


Figura 121: Sección constructiva A-A y especificaciones técnicas del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

4.10.1 Detalle constructivo D1-1

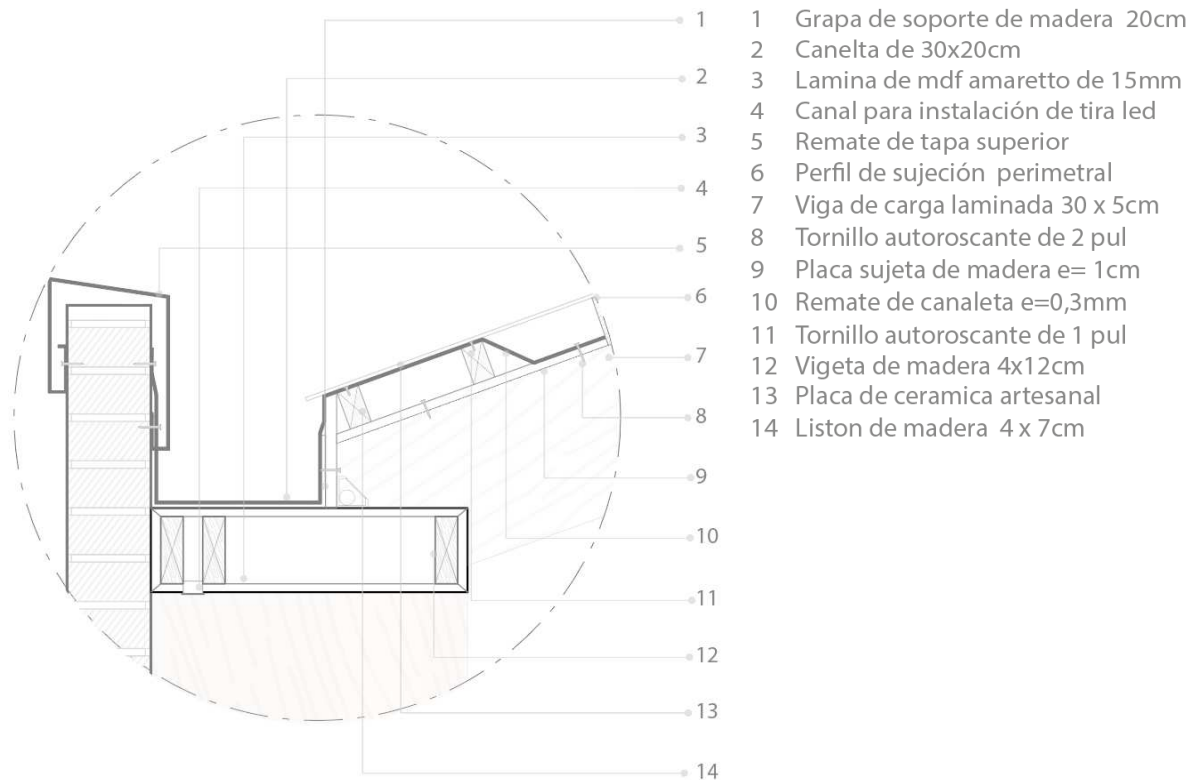


Figura 122: Detalle constructivo D1-1 y especificaciones técnicas del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

4.10.2 Detalle constructivo D2-2

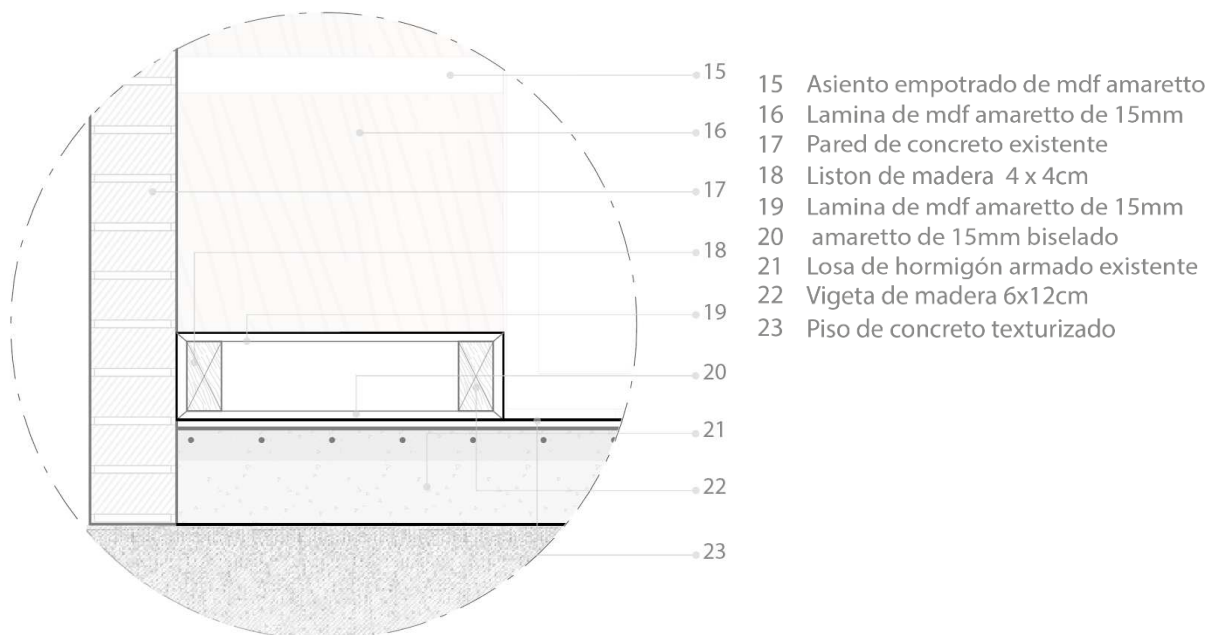


Figura 123: Detalle constructivo D2-2 y especificaciones técnicas del subsuelo de la unidad académica de ingeniería industria y construcción.

4.11 Perspectivas interiores



Figura 124: Perspectiva interior del área de cohesión (ingreso principal).



Figura 125: Perspectiva interior del espacio de aprendizaje (Aula S_01).



Figura 126: Perspectiva interior del espacio de aprendizaje (Aula S_02).



Figura 127: Perspectiva interior del espacio de aprendizaje (Aula S_03a).



Figura 128: Perspectiva interior del espacio de aprendizaje (Aula S_03a y S_03b).



Figura 129: Perspectiva interior de circulación y vegetación (ingreso).



Figura 130: Perspectiva interior – pasillo de circulación

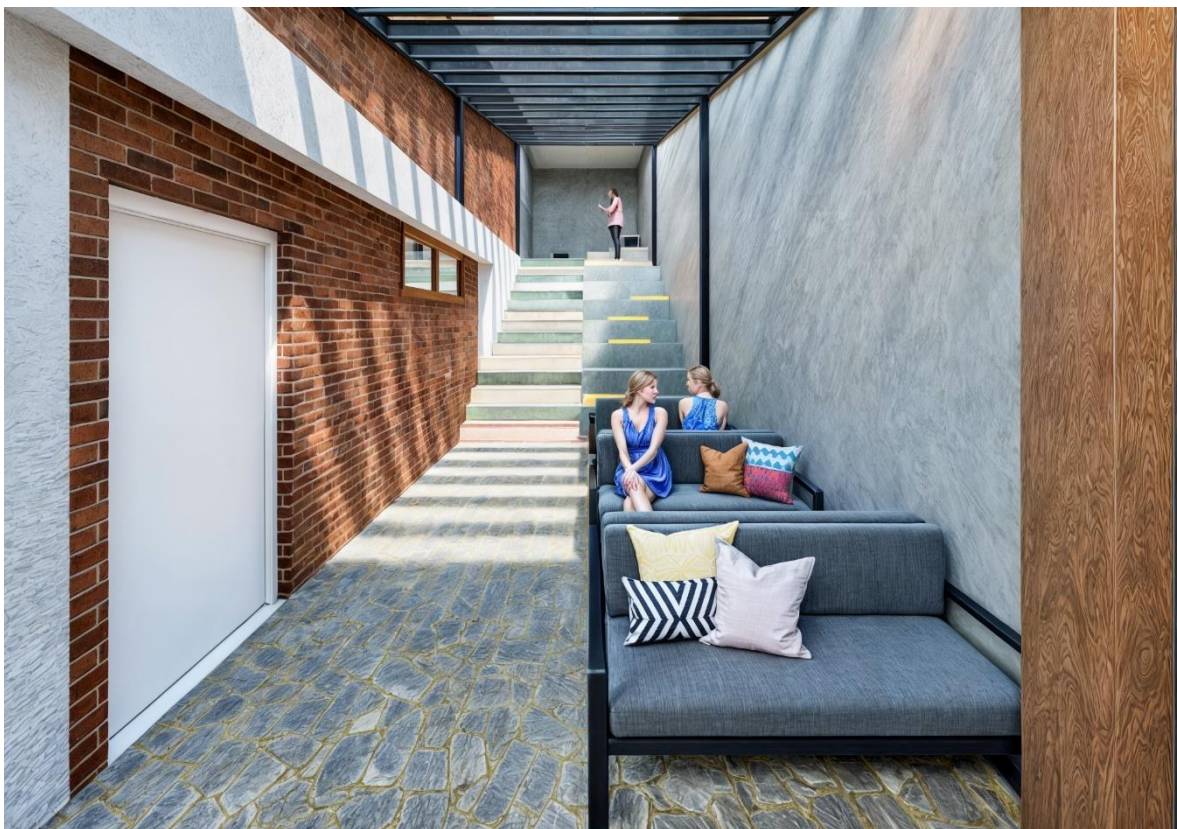


Figura 131: Perspectiva interior del área de cohesión (ingreso secundario).

Conclusiones

La propuesta presentada en el tercer capítulo se fundamenta en la utilización innovadora de los conceptos analizados, proponiendo soluciones arquitectónicas y estructurales que optimizan el uso del subsuelo y lo descubrirán en un lugar funcional y estético. La incorporación de tecnologías y materiales modernos, así como la búsqueda de mejorar el aprendizaje y el descanso en los espacios de aprendizaje, ha sido una prioridad para crear un espacio acogedores y confortables para los usuarios.

La propuesta también se enfoca en generar un ambiente agradable y seguro que fomentará la interacción y colaboración entre los usuarios, convirtiéndose en un espacio inspirador y atractivo dentro de la facultad. Se espera que esta transformación del subsuelo contribuya de manera significativa al desarrollo académico y social de la comunidad universitaria, brindando un espacio versátil y funcional para el beneficio de todos.

En resumen, la tesis de restauración y refuncionalidad del subsuelo representa un valioso aporte para resolver una problemática existente y maximizar el potencial de este espacio subterráneo. Mediante un enfoque completo y bien fundamentado, se ha logrado crear una propuesta sólida y prometedora que busca crear un ambiente mejorado y enriquecido, contribuyendo así al crecimiento y desarrollo de la Unidad Educativa de Ingeniería, Industria y Construcción.

Recomendaciones

Como recomendaciones investigativas para futuros estudios relacionados con la restauración y refuncionalidad del subsuelo en la facultad de ingeniería, industria y construcción, se sugieren las siguientes áreas de enfoque: Evaluación del impacto ambiental: Considere una evaluación completa del impacto ambiental de la propuesta de restauración y refuncionalidad del subsuelo. Esto incluye analizar cómo las propuestas de intervención pueden afectar el entorno académico y buscar formas de minimizar cualquier impacto negativo. En resumen, estas recomendaciones investigativas necesitan fortalecer y enriquecer el enfoque de la restauración y re funcionalidad del subsuelo, requiere una base sólida para futuros estudios y proyectos que promuevan un uso óptimo y sostenible de este valioso espacio dentro de la facultad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrán, P. (2006). *INTERACCIONES ENTRE LAS PRÁCTICAS PROYECTUALES Y LAS IDEAS EDUCATIVAS EN EL URUGUAY MODERNO Y CONTEMPORÁNEO*.
- Campos calvo, P. (2010). *Diez principios de un modelo innovador para la universidad del sigloXXI. el campus educativo*. www.onlinedoctranslator.com
- Genís-Vinyals, M., Maroto-Sales, J., & Torres, J. T. (2019). The influence of space in the learning of architecture. Bauhaus Dessau and Ensa Nantes. *ZARCH*, 12, 74–85. https://doi.org/10.26754/ojs_zarch/zarch.2019123544
- Gutiérrez Paz, J. (2009). Estándares básicos para construcciones escolares, una mirada crítica. *Revista Educación y Pedagogía*, 21, 157–176.
- Manetti y Humberto Alejandro. (2013). *XIV Jornadas Interescuelas/Departamentos de Historia 2 al 5 de octubre de 2013*. <http://interescuelashistoria.org/>
- Potes, F. R., Meyer, H., & Wittwer, H. (2009). Arquitectura escolar Arquitectura y pedagogía en el desarrollo de la arquitectura moderna. In *Revista Educación y Pedagogía* (Vol. 21).
- Puente, S. A. (2019). *Estándares arquitectónicos para la formación gastronómica y su aplicación a la realidad socioeconómica y cultural de Chimbote*.
- Acaso, María, y Clara Megías. 2012. *Pedagogías Invisibles: El Espacio Del Aula Como Discurso*. Madrid: Los Libros de la Catarata.
- Ronald, E. (2006). *School Design and Student Learning in the 21 st Century*. www.archfoundation.org.
- Torrecilla, A. (2003). El origen del macellum romano en el ágora comercial griega. *Universidad Autónoma de Madrid*, 309–324.
- Urda, L. (2017). La arquitectura una aliada en la educación. *Ruta Maestra Ed.17*, 1–6.
- Unesco, E. D. (2006). *Decenio de la Naciones Unidas de la educación para el desarrollo sostenible (2005 2014)*. Plan de Aplicación Internacional.
- López-Chao, V. (2016). *El impacto del diseño del espacio y otras variables socio-físicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje*.
- Heft, H. (1979). *Background and focal environmental conditions of the home and attention in young children*. *Journal of Applied Social Psychology*, 9(1), 47-69. doi:10.1111/j.1559-1816.1979.tb00794.x

- Greenland, E., & Shield, B. (2011). *A survey of acoustic conditions in semi-open plan classrooms in the United Kingdom. The Journal of the Acoustical Society of America*, 130(3), 1399-1410. doi:10.1121/1.3613932
- Dunne, A. (1989). *Some effects of the quality of light on health. J. Orthomol. Med*, 4, 229-232.
- Hathaway, W. E. (1995). *Effects of school lighting on physical development and school performance. The Journal of Educational Research*, 88(4), 228-242.
- Nielson, K., & Taylor, D. (2007). *Interiors: an introduction. New York: McGrawHill.*
- Álvarez López, K. D. (2022). *Evaluación de la ventilación en aulas y otros espacios físicos de la Universidad Politécnica Salesiana" Campus Sur" utilizando como referencia la concentración interior de CO2 (Bachelor's thesis).*
- Pazos, M. S. (1986). *Diseño espacial del aula y conductas escolares. Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 4.
- Fernández González, E. (2016). *Estudio de la reverberación en las aulas y zonas comunes de la ETSAV.*
- Elescano Ladera, W. L. (2021). *La acústica en el auditorio del Colegio Santa Isabel de Huancayo. Proyecto arquitectónico: conservatorio de música en el distrito de Acolla, provincia de Jauja.*
- Medina Valdez, A. (2009). *La calidad acústica arquitectónica el ambiente acústico en edificios escolares de nivel superior (Doctoral dissertation).*
- AVILÉS LÓPEZ, R. O. D. R. I. G. O., & PERERA MARTÍN, R. O. C. Í. O. (2017). *Manual de acústica ambiental y arquitectónica. Ediciones Paraninfo, SA.*
- Mastroizzi, J. A., Montes, C., Amura, S., & Mastroizzi, M. A. (2004). *Estudio y pautas para el acondicionamiento acústico de aulas de edificios para la educación. Gabinete de Investigación y Vinculación Tecnológica de la Universidad Argentina John F. Kennedy.*
- Oteiza Sanjosé, M. P. (2012). *Retrospectiva investigativa y docencia sobre iluminación natural en arquitectura. Perspectiva, Revista Electrónica Científica*, 1(1), 6-15.
- Muñoz Núñez, D. G. (2010). *La iluminación natural en los espacios arquitectónicos educativos interiores: modelo de indicadores de diseño.*
- Moscoso Espinosa, M. M. (2012). *Color en los espacios educativos (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).*
- Betancur, F. R. (2022). *Preferencia por los colores en universitarios de la ciudad de Medellín, Colombia. Anuario Electrónico de Estudios en Comunicación Social" Disertaciones"*, 15(1).

- Zapata, A. M. (2017). *Habitabilidad de las Unidades Educativas del Milenio Estandarizadas, en el Ecuador para la región Sierra*. Catalunya: Universidad Politecnica de Catalunya.
- Tunal, G., & Cortez-Estrella, N. A. (2018). Técnicas de enseñanza basadas en el modelo de desarrollo cognitivo. *Educación y humanismo*, 20(35), 74-95.
- Benítez-Saza, C. R., Santamaría-Rodríguez, J. E., & Sotomayor-Tacuri, S. (2020). A Educação Flexível: estratégia para a configuração de universidades virtuais na Colômbia. *Revista iberoamericana de educación superior*, 11(31), 118-129.
- Florez, M. C. C. (2019). Ambientes de aprendizaje. *Sophia*, 15(2), 40-54.
- Osborne, M. (2013). Modern learning environments. The CORE education blog.
- Talbert, R., & Mor-Avi, A. (2019). A space for learning: An analysis of research on active learning spaces. *Heliyon*, 5(12).
- Attai, S. L., Reyes, J. C., Davis, J. L., York, J., Ranney, K., & Hyde, T. W. (2021). Investigating the impact of flexible furniture in the elementary classroom. *Learning Environments Research*, 24, 153-167.
- Kariippanon, K. E., Cliff, D. P., Lancaster, S. J., Okely, A. D., & Parrish, A. M. (2019). Flexible learning spaces facilitate interaction, collaboration and behavioural engagement in secondary school. *PloS one*, 14(10), e0223607.
- Rands, M. L., & Gansemer-Topf, A. M. (2017). The Room Itself Is Active: How Classroom Design Impacts Student Engagement. *Journal of Learning Spaces*, 6(1), 26-33.
- Ellis, R. A., & Goodyear, P. (2016). Models of learning space: Integrating research on space, place and learning in higher education. *Review of Education*, 4(2), 149-191.
- Torres, Y., & Rodríguez, Y. (2021). Surgimiento y evolución de la ergonomía como disciplina: reflexiones sobre la escuela de los factores humanos y la escuela de la ergonomía de la actividad. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 39(2).
- Castillo, J. A. (2018). Crisis y oportunidades: el futuro del trabajo y de la ergonomía. *Revista Ciencias de la salud*, 16(SPE), 4-7.
- (Vidolin, 2020). ANÁLISIS DE ANTROPOMETRÍA Y ERGONOMÍA EN EL ÁMBITO ACADÉMICO
- Ramírez Morales, M. V., & Hernández Díaz, L. P. (2016). Proyecto de elaboración de una guía integrada de requisitos ergonómicos para trabajo en videoterminals.
- M. S. Parvez, A. Rahman & N. Tasnim (2019) Ergonomic mismatch between students anthropometry and university classroom furniture, *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 20:5, 603-631, DOI: 10.1080/1463922X.2019.1617909

Cruz, A., & Garnica, A. (2010). Ergonomía aplicada. Ecoe Ediciones.

Panero, J., & Zelnik, M. (2009). Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos.

Anner, C., & Lackney, J. (2006). Educational Facilities Planning: Leadership, Architecture and Management. Boston: Allyn and Bacon.

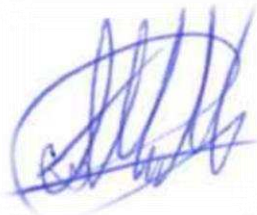
Choir, S., Guerin, D., Kim, H., Kulman, J., & Bauer, T. (2013). Indoor Environmental Quality of Classrooms and Student Outcomes: A Path Analysis Approach. *Journal of Learning Spaces*, 2(2), 1-14.

Brown, T. (2008). Design Thinking, Massachusetts, U.S.A.: Harvard Business Review, Harvard Business Publishing.

AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, Ariel Moisés Mendieta Guamán portador de la cédula de ciudadanía N.º 0107297715. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “Proceso de consolidación urbana en las áreas de influencia inmediata del Cantón Chilla” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 21 de abril de 2022



F:

Ariel Moisés Mendieta Guamán

0107297715