



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 UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR EFICIENTE
ENERGÉTICAMENTE MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE
PANELES SOLARES**

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

AUTOR: CRISTIAN GEOVANNY ANDRADE TENESACA.

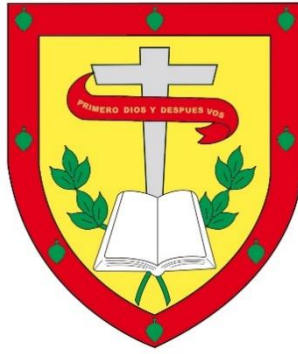
KEVIN STEVEN ULLOA AGUILAR

DIRECTOR: ARQ. JOSÉ DAVID QUIZHPE.

CUENCA - ECUADOR

2024

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 UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR EFICIENTE
ENERGÉTICAMENTE MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN
DE PANELES SOLARES

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

AUTORES: CRISTIAN GEOVANNY ANDRADE TENESACA.

KEVIN STEVEN ULLOA AGUILAR

DIRECTOR: ARQ. JOSÉ DAVID QUIZHPE.

CUENCA - ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO.

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Yo, **Kevin Steven Ulloa Aguilar** portador de la cédula de ciudadanía N° **0106000318**; y **Cristian Geovanny Andrade Tenesaca** portador de la cédula de ciudadanía N° **0302687686**. Declaramos ser los autores de la obra: ***“Diseño de un edificio Multifamiliar eficiente energéticamente mediante la implementación de paneles solares”***, sobre la cual nos hacemos responsables sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaramos que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaramos finalmente que nuestra 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 nos responsabilizamos y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 23 de octubre del 2024



F:

Kevin Steven Ulloa Aguilar

0106000318



F:

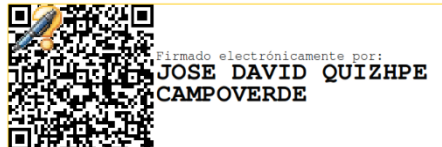
Cristian Geovanny Andrade Tenesaca

0302687686

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del Grado de ARQUITECTO con el título: **“Diseño de un edificio Multifamiliar eficiente energéticamente mediante la implementación de paneles solares”**. Ha sido realizado por los estudiantes. Kevin Steven Ulloa Aguilar y Cristian Geovanny Andrade Tenesaca, mismo que ha sido desarrollado bajo mi permanente supervisión en calidad de Tutor, por lo que certifico que se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.



F:

Arq. José David Quizhpe.

DIRECTOR

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con todo mi amor y gratitud a dos mujeres excepcionales que han marcado mi vida de manera indeleble.

A mi madre, **Piedad Narcisa Tenesaca Valdez**, cuyo amor incondicional, sabiduría, y sacrificio han sido la fuerza que me ha impulsado a alcanzar cada meta. Desde mis primeros pasos hasta este momento tan significativo, has estado a mi lado, guiándome con tu ejemplo y brindándome el valor para enfrentar cada desafío. Gracias, mamá, por ser mi roca, por enseñarme a nunca rendirme y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Todo lo que soy y todo lo que he logrado, se lo debo a tu amor y apoyo inquebrantable. Eres mi mayor inspiración y este logro es tanto tuyo como mío.

A mi enamorada, **Jhenifer Maritza Torres Uguiles**, quien ha sido mi compañera fiel en este arduo camino. Tu amor, comprensión, y constante ánimo han sido un refugio y una motivación en los momentos más difíciles. Contigo he aprendido el valor de la perseverancia compartida y la fuerza que da el amor verdadero. Cada palabra de aliento y cada gesto de apoyo han hecho posible que hoy pueda celebrar este logro. Tu presencia ha sido un faro de luz que ha iluminado mi camino, y tu amor, la motivación para superar cada obstáculo. Gracias por estar a mi lado, por creer en mis sueños, y por compartir conmigo este viaje.

Esta tesis es para ustedes, como un pequeño reflejo de todo lo que han significado en mi vida y como un testimonio de mi profundo agradecimiento. Que este trabajo sea un homenaje a la fuerza, el amor y el apoyo que me han brindado y que tanto valoro.

Cristian Geovanny Andrade Tenesaca.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que me han acompañado y apoyado a lo largo de este importante viaje académico. En primer lugar, a mis padres, Piedad Narcisa Tenesaca Valdez y Wilson Rolando Andrade Paredes, quienes han sido mi pilar fundamental, brindándome su amor incondicional, su sabiduría, y su fortaleza. Gracias por haber creído en mí en cada paso del camino, por sus sacrificios, y por enseñarme el valor de la perseverancia y la dedicación. Este logro es tanto de ustedes como mío.

Agradezco también a mis profesores y mentores, quienes con su guía y conocimiento han enriquecido mi formación y han dejado una huella imborrable en mi vida profesional. Su pasión por enseñar y su compromiso con mi crecimiento académico han sido una fuente constante de inspiración.

A mis amigos y compañeros de estudio, con quienes compartí momentos de desafío y de alegría, y que hicieron de este camino uno más llevadero y gratificante. Su apoyo, consejos y compañía fueron esenciales para alcanzar esta meta.

Finalmente, agradezco a Dios por darme la salud, la fuerza y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa. Todo lo logrado ha sido posible gracias a su guía y bendición.

Cristian Geovanny Andrade Tenesaca.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han sido fundamentales en la conclusión de este logro tan significativo en mi vida. Alcanzar este objetivo ha sido un camino largo y lleno de desafíos, y no podría haberlo hecho sin el apoyo y la confianza de quienes siempre creyeron en mí.

En primer lugar, mis padres, José Ulloa y Nancy Aguilar, quienes con su amor incondicional y constante aliento, me han guiado desde mis primeros pasos. Su ejemplo de esfuerzo y perseverancia me ha inspirado a mantenerme firme en la búsqueda de mis metas, y sin su apoyo inquebrantable, mi sueño habría sido mucho más difícil de realizar. Les debo más de lo que las palabras pueden expresar, y este logro es tanto de ellos como mío.

Además, quiero dedicar un agradecimiento especial a mi esposa, Karla Marín, y a mis dos hijos, Matías Ulloa y Martina Ulloa. Ellos han sido mi motor, mi razón para seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. Ustedes fueron mi fuente inagotable de energía, la motivación que necesitaba para levantarme cada mañana con la determinación de llegar hasta el final.

Este logro no solo es el fruto de mi esfuerzo personal, sino también el resultado del amor y el apoyo de cada uno de ustedes. A lo largo de este camino, encontré obstáculos y dificultades, pero siempre tuve claro que, con ustedes a mi lado, no había nada que no pudiera superar. Gracias por creer en mí y por enseñarme que, con determinación y fe, cualquier meta es alcanzable.

Dedico este logro con todo mi corazón y con el más profundo agradecimiento a cada uno de ustedes. Este es un testimonio de lo que podemos lograr juntos, y una prueba de que los sueños, cuando se persiguen con pasión y dedicación, realmente se hacen realidad.

Kevin Steven Ulloa Aguilar.

RESUMEN

Esta investigación se centra en el diseño de un edificio multifamiliar eficiente en energía mediante la implementación de paneles solares en la ciudad de Cuenca, Ecuador. El estudio aborda el problema crítico del alto consumo energético en el sector residencial, que tiene implicaciones económicas y contribuye al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Al integrar fuentes de energía renovable, el proyecto promueve la sostenibilidad urbana a la vez que mejora la eficiencia energética en el diseño del edificio. El modelo arquitectónico propuesto no solo está dirigido a reducir el consumo de energía, sino que también sirve como una solución replicable para otras áreas urbanas que enfrentan desafíos ambientales y económicos similares. La investigación emplea un enfoque cuantitativo, analizando una muestra representativa de edificios e incorporando principios de diseño bioclimático para optimizar los recursos naturales. Este enfoque demostró una disminución considerable en el consumo de energía y una mejora en el confort de los residentes. Además, el estudio destaca el potencial de este modelo eficiente en energía para desempeñar un papel clave en la configuración del desarrollo urbano sostenible, ofreciendo soluciones prácticas para futuros proyectos arquitectónicos en otras regiones.

Palabras clave: eficiencia energética, paneles solares, sostenibilidad urbana, diseño bioclimático, Cuenca

ABSTRACT

This research focuses on the design of an energy-efficient multifamily building through the implementation of solar panels in the city of Cuenca, Ecuador. The study addresses the critical issue of high energy consumption in the residential sector, which has economic implications and contributes to the increase of greenhouse gas emissions. By integrating renewable energy sources, the project promotes urban sustainability while enhancing energy efficiency in the building design. The proposed architectural model is not only aimed at reducing energy consumption but also serves as a replicable solution for other urban areas facing similar environmental and economic challenges. The research employs a quantitative approach, analyzing a representative sample of buildings and incorporating bioclimatic design principles to optimize natural resources. This approach demonstrated a significant reduction in energy consumption and an improvement in residents' comfort. Furthermore, the study highlights the potential of this energy-efficient model to play a key role in shaping sustainable urban development, offering practical solutions for future architectural projects in other regions.

Keywords: energy efficiency, solar panels, urban sustainability, bioclimatic design, Cuenca

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|
| DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD | I |
| CERTIFICACIÓN | II |
| DEDICATORIA | III |
| AGRADECIMIENTOS | IV |
| AGRADECIMIENTOS | V |
| RESUMEN | VI |
| ABSTRACT | VII |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | VIII |
| LISTA DE FIGURAS | XII |
| LISTA DE TABLAS | XIV |
| CAPÍTULO I | - 16 - |
| 1.1 INTRODUCCIÓN. | - 16 - |
| 1.2 ANTECEDENTES. | - 16 - |
| 1.3 PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN. | - 17 - |
| 1.4 OBJETIVOS. | - 19 - |
| CAPÍTULO II | - 21 - |
| 2. MARCO TEÓRICO. | - 21 - |
| 2.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS. | - 21 - |
| 2.2 INICIO Y EXPANSIÓN EN LA ARQUITECTURA. | - 21 - |
| 2.3 INNOVACIONES Y ADOPCIÓN MASIVA. | - 22 - |
| 2.4 SOSTENIBILIDAD MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS. | - 23 - |
| 2.5 DESARROLLOS CLAVE Y TECNOLOGÍAS QUE HAN INFLUIDO EN LA ARQUITECTURA. | - 23 - |
| 2.5.1 Integración en elementos arquitectónicos. | - 23 - |
| 2.5.2 Innovaciones en materiales y procesos de fabricación. | - 26 - |
| 2.5.3 Células de silicio monocristalino y policristalino. | - 27 - |
| 2.6 CASO DE ESTUDIO I. | - 32 - |
| 2.6.1 Introducción. | - 32 - |
| 2.6.2 Descripción del proyecto. | - 33 - |
| 2.6.3 Características principales. | - 33 - |
| 2.6.4 Análisis comparativo. | - 34 - |
| 2.6.5 Aplicación de principios. | - 35 - |
| 2.6.6 Conclusiones | - 37 - |
| 2.7 CASO DE ESTUDIO II. | - 38 - |
| 2.7.1 Introducción. | - 38 - |
| 2.7.2 Descripción del proyecto. | - 39 - |
| 2.7.3 Conclusiones. | - 41 - |
| 2.8 CASO DE ESTUDIO III. | - 42 - |
| 2.8.1 Introducción. | - 42 - |
| 2.8.2 Diseño y materialidad. | - 43 - |
| 2.8.3 Funcionalidad y calidad de vida. | - 44 - |
| 2.8.4 Conclusión. | - 45 - |
| 2.9 CASO DE ESTUDIO IV. | - 46 - |
| | - 46 - |

| | | |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 2.9.1 | <i>Introducción.</i> | - 46 - |
| 2.9.2 | <i>Diseño y concepto.</i> | - 47 - |
| 2.9.3 | <i>Sostenibilidad</i> | - 48 - |
| 2.9.4 | <i>Innovación y funcionalidad</i> | - 49 - |
| 2.9.5 | <i>Impacto urbano</i> | - 50 - |
| 2.9.6 | <i>Reconocimientos</i> | - 50 - |
| 2.10 | TABLA MATRIZ RESUMEN | - 52 - |
| 2.10.1 | <i>Conclusiones de la Matriz:</i> | - 53 - |
| CAPITULO III | | - 55 - |
| 3.1 | UBICACIÓN ESTRATÉGICA Y ZONIFICACIÓN URBANA | - 55 - |
| 3.2 | IMPACTO AMBIENTAL POSITIVO | - 55 - |
| 3.3 | ACCESO A INFRAESTRUCTURA Y TRANSPORTE | - 55 - |
| 3.4 | ALTA DEMANDA Y NECESIDAD DE VIVIENDA | - 56 - |
| 3.5 | APROVECHAMIENTO DE LA LUZ SOLAR Y EL DISEÑO BIOCLIMÁTICO | - 56 - |
| 3.6 | EFICIENCIA ECONÓMICA Y BENEFICIOS LOCALES | - 57 - |
| 3.7 | IMPACTO SOCIAL Y URBANO POSITIVO | - 57 - |
| 3.8 | CONCLUSIÓN | - 59 - |
| 3.9 | ASPECTOS GENERALES. | - 60 - |
| 3.9.1 | <i>Ubicación geográfica.</i> | - 60 - |
| 3.9.2 | <i>Topografía.</i> | - 61 - |
| 3.9.3 | <i>Altitudes.</i> | - 62 - |
| 3.9.4 | <i>Levantamiento topográfico.</i> | - 63 - |
| 3.9.5 | <i>Vegetación.</i> | - 63 - |
| 3.9.6 | <i>Climas y condiciones meteorológicas</i> | - 64 - |
| 3.9.7 | <i>Análisis de la carta solar.</i> | - 65 - |
| 3.9.8 | <i>Soleamiento.</i> | - 66 - |
| 3.9.9 | <i>Vientos.</i> | - 68 - |
| 3.9.10 | <i>La Influencia del Río Tomebamba y los Vientos en el Diseño del Edificio.</i> | - 69 - |
| 3.9.11 | <i>Precipitaciones.</i> | - 70 - |
| 3.9.12 | <i>Infraestructura y servicios.</i> | - 70 - |
| 3.9.13 | <i>Accesibilidad.</i> | - 71 - |
| 3.10 | NORMATIVA VIGENTE. | - 73 - |
| 3.10.1 | <i>Identificación del predio.</i> | - 73 - |
| 3.10.2 | <i>Procedimiento general:</i> | - 74 - |
| 3.11 | JUSTIFICACIÓN DETALLADA DE LA SELECCIÓN DEL TERRENO. | - 76 - |
| 3.11.1 | <i>Ubicación y accesibilidad</i> | - 76 - |
| 3.11.2 | <i>Condiciones del terreno</i> | - 76 - |
| 3.11.3 | <i>Normativas y regulaciones</i> | - 77 - |
| 3.11.4 | <i>Factibilidad económica</i> | - 77 - |
| 3.11.5 | <i>Impacto ambiental</i> | - 77 - |
| 3.11.6 | <i>Contexto sociocultural</i> | - 77 - |
| 3.11.7 | <i>Seguridad y servicios públicos</i> | - 78 - |
| 3.11.8 | <i>Análisis de riesgos.</i> | - 78 - |
| 3.11.9 | <i>Análisis de viabilidad técnica.</i> | - 78 - |
| 3.11.10 | <i>Beneficios económicos para la comunidad.</i> | - 78 - |
| 3.11.11 | <i>Inclusión de tecnología avanzada.</i> | - 78 - |
| 3.11.12 | <i>Aceptación social y participación comunitaria.</i> | - 79 - |
| 3.11.13 | <i>Evaluación comparativa.</i> | - 79 - |
| 3.12 | CONCEPTO DE DISEÑO INCLUSIVO. | - 79 - |
| CAPITULO IV | | - 82 - |
| 4.1 | ÁREA DE INTERVENCIÓN. | - 83 - |

| | | |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 4.1.1 | Recursos a considerar. | - 84 - |
| 4.1.2 | Estrategias bioclimáticas. | - 85 - |
| 4.1.3 | Barreras y seguridad. | - 86 - |
| 4.2 | PROGRAMA ARQUITECTÓNICO. | - 88 - |
| 4.3 | CONCEPTO DE DISEÑO. | - 93 - |
| 4.4 | ORGANIGRAMA PROGRAMA PRINCIPAL. | - 94 - |
| 4.4.2 | Organigrama. | - 94 - |
| 4.5 | ZONIFICACIÓN PROGRAMA PRINCIPAL. | - 99 - |
| 4.6 | DETALLE CONSTRUCTIVO DE CIMENTACIÓN. | - 124 - |
| 4.7 | EL DETALLE CONSTRUCTIVO DEL PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO. | - 125 - |
| 4.8 | INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE PANELES SOLARES SOBRE CUBIERTA: INTEGRACIÓN Y EFICIENCIA ENERGÉTICA. | - 126 - |
| 4.9 | DETALLE CONSTRUCTIVO DE UNA CIMENTACIÓN CON MURO DE CONTENCIÓN | - 127 - |
| 4.10 | DETALLE CONSTRUCTIVO DE ESTRUCTURA DE PISO | - 128 - |
| 4.11 | INFORME PROFESIONAL DEL CONSUMO ELÉCTRICO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN CUENCA, ECUADOR | - 129 - |
| 4.12 | INFORME DETALLADO DE IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES EN ÁREAS DE CIRCULACIÓN. | - 138 - |
| 4.12.1 | Introducción. | - 138 - |
| 4.12.2 | Selección del panel solar: Canadian Solar CS6K-350MS | - 138 - |
| 4.12.3 | Identificación de Áreas de Circulación | - 139 - |
| 4.12.4 | Cálculo del consumo energético. | - 139 - |
| 4.12.5 | Consumo energético diario, mensual y anual. | - 140 - |
| 4.12.6 | Cálculo del Número de Paneles Solares. | - 140 - |
| 4.12.7 | Producción energética de los paneles. | - 141 - |
| 4.12.8 | Área estimada necesaria para los paneles solares. | - 142 - |
| 4.12.9 | Distribución de paneles solares en el edificio. | - 142 - |
| 4.13 | CONSUMO ENERGÉTICO TOTAL Y REDUCCIÓN PROPUESTA | - 142 - |
| 4.13.1 | Consumo Energético Total Estimado | - 142 - |
| 4.13.2 | Producción Energética con los Paneles Solares | - 143 - |
| 4.13.3 | Comparación y Reducción Energética | - 143 - |
| 4.14 | COSTO TOTAL ESTIMADO DEL PROYECTO | - 143 - |
| 4.15 | INFORME COMPARATIVO Y DETALLADO DE CONSUMO ENERGÉTICO Y PANELES SOLARES PARA EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN CUENCA, ECUADOR | - 144 - |
| 4.15.1 | Consumo Eléctrico Total del Edificio | - 144 - |
| 4.15.2 | Implementación de Paneles Solares en Áreas de Circulación | - 144 - |
| 4.15.3 | Producción energética de los paneles | - 145 - |
| 4.15.4 | Área estimada necesaria para los paneles solares | - 145 - |
| 4.15.4 | Distribución de paneles solares | - 146 - |
| 4.16 | COSTOS Y BENEFICIOS | - 146 - |
| 4.16.1 | Costos de implementación | - 146 - |
| 4.16.2 | Beneficios económicos | - 146 - |
| 4.16.3 | Cálculo del retorno de la inversión (ROI) | - 147 - |
| 4.17 | VENTAJAS DE IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES | - 147 - |
| 4.18 | PRESUPUESTO DETALLADO DEL PROYECTO | - 147 - |
| 4.18.1 | Costos de terreno y legalización | - 148 - |
| 4.18.2 | Costos de diseño y planificación | - 149 - |
| 4.18.3 | Costos de construcción | - 149 - |
| 4.18.4 | Costos indirectos | - 151 - |
| 4.18.5 | Costos de instalaciones especiales | - 151 - |
| 4.18.6 | Costos de acabados y decoración | - 152 - |
| 4.18.7 | Costos Financieros | - 153 - |
| 4.18.8 | Costos de comercialización y venta | - 154 - |

| | | |
|---------------------|-----------------------------------------|----------------|
| 4.18.9 | Contingencias | - 154 - |
| 4.19 | PRESUPUESTO RESUMIDO DEL PROYECTO | - 155 - |
| CAPITULO V | | - 157 - |
| 5.1 | CONCLUSIÓN. | - 157 - |
| 5.2 | RECOMENDACIONES. | - 158 - |
| • | OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO: | - 158 - |
| • | <i>Eficiencia energética:</i> | - 158 - |
| BIBLIOGRAFÍA | | - 161 - |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Figura 1: Crecimiento de la capacidad de energía solar (1980-2020)..... | - 22 - |
| Figura 2: Fachada fotovoltaica | - 24 - |
| Figura 3: Cubiertas solares | - 24 - |
| Figura 4: Vidrios fotovoltaicos | - 25 - |
| Figura 5: Complejo de viviendas El Galnhof, Austria | - 32 - |
| Figura 6: Planta arquitectónica complejo El Glanhof. | - 33 - |
| Figura 7: Diseño de fachada El Glanhof. | - 34 - |
| Figura 8: Aplicación de principios en El Glanhof..... | - 35 - |
| Figura 9: Vista 3D completo El Glanhof. | - 37 - |
| Figura 10: Edificio terrazas Tadeo. | - 38 - |
| Figura 11: Distribución arquitectónica de edificio Terrazas. | - 39 - |
| Figura 12: Vista 3D edificio Terrazas | - 41 - |
| Figura 13: Proyecto de vivienda social en Marina del Prat Vermell..... | - 42 - |
| Figura 14: Planta arquitectónica proyecto de vivienda social en Marina del Prat Vermell | - 43 - |
| Figura 15: Vista 3D proyecto de vivienda social en Marina del Prat Vermell | - 45 - |
| Figura 16: Edificio Sozame. | - 46 - |
| Figura 17: Zona exterior edificio Sozawe. | - 47 - |
| Figura 18: Edificio Sozawe y su conexión con el exterior..... | - 48 - |
| Figura 19: Funcionalidad edificio Sozawe..... | - 49 - |
| Figura 20: Sección edificio Sozawe. | - 50 - |
| Figura 21: Ubicación de Ecuador – ubicación de la ciudad de Cuenca | - 60 - |
| Figura 22: Fotos del sitio. | - 61 - |
| Figura 23: Ubicación del predio - topografía del terreno..... | - 61 - |
| Figura 24: Curvas de nivel del terreno. | - 62 - |
| Figura 25: Altitudes del terreno. | - 62 - |
| Figura 26: Levantamiento topográfico del terreno. | - 63 - |
| Figura 27: Tipos de vegetación. | - 64 - |
| Figura 28: Ubicación del tipo de vegetación de la zona. | - 64 - |
| Figura 29: Clima y condiciones meteorológicas..... | - 65 - |
| Figura 30: Diagrama de soleamiento | - 66 - |
| Figura 31: Diagrama de soleamiento a las 08:00am | - 67 - |
| Figura 32: Diagrama solar a las 12:00 pm (mediodía)..... | - 67 - |
| Figura 33: Soleamiento a las 05:00 pm | - 68 - |
| Figura 34: Vientos en Cuenca..... | - 69 - |
| Figura 35: Infraestructura y servicios. | - 70 - |
| Figura 36: Puntos de accesibilidad del predio. | - 72 - |
| Figura 37: Levantamiento topográfico del área de intervención. | - 83 - |
| Figura 38: Plano del terreno a intervenir. | - 84 - |
| Figura 39: Esquema planta subterráneo..... | - 96 - |
| Figura 40: Esquema planta 1. | - 96 - |
| Figura 41: Esquema planta 2. | - 97 - |
| Figura 42: Esquema planta 3. | - 97 - |
| Figura 43: Esquema planta 4. | - 98 - |
| Figura 44: Esquema planta 5. | - 98 - |
| Figura 45: Esquema planta 6. | - 99 - |
| Figura 46: Zonificación programa principal | - 99 - |
| Figura 47: Proceso de sustracción de módulo..... | - 100 - |
| Figura 48: Enfoque modular de las terrazas | - 100 - |
| Figura 49: Zonificación programa principal. | - 101 - |
| Figura 50: Zonificación. | - 101 - |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Figura 51: Planta de cimentación..... | - 102 - |
| Figura 52: Planta de subsuelo – parqueadero..... | - 103 - |
| Figura 53: Planta 1..... | - 104 - |
| Figura 54: Planta 2..... | - 105 - |
| Figura 55: Planta 3..... | - 106 - |
| Figura 56: Planta 4..... | - 107 - |
| Figura 57: Planta 6..... | - 109 - |
| Figura 58: Planta 7..... | - 110 - |
| Figura 59: Planta 8..... | - 112 - |
| Figura 60: Planta de cubierta..... | - 112 - |
| Figura 61: Elevación sur..... | - 113 - |
| Figura 62: Elevación norte..... | - 114 - |
| Figura 63: Elevación este..... | - 115 - |
| Figura 64: Elevación oeste..... | - 116 - |
| Figura 65: Sección constructiva A-A..... | - 117 - |
| Figura 66: Sección constructiva B-B..... | - 118 - |
| Figura 67: Render exterior Sur..... | - 119 - |
| Figura 68: Render exterior Oeste..... | - 119 - |
| Figura 69: Patio central..... | - 120 - |
| Figura 70: Área exterior de departamentos..... | - 120 - |
| Figura 71: Local comercial 1..... | - 121 - |
| Figura 72: Local comercial 2..... | - 121 - |
| Figura 73: Departamento tipo 1..... | - 122 - |
| Figura 74: Departamento tipo 3..... | - 122 - |
| Figura 75: Detalle constructivo de cimentación..... | - 124 - |
| Figura 76: Detalle de panel solar fotovoltaico---..... | - 125 - |
| Figura 77: Instalación de un sistema de paneles solares sobre cubierta..... | - 126 - |
| Figura 78: Detalle constructivo de una cimentación con muro de contención..... | - 127 - |
| Figura 79: Detalle constructivo de estructura de piso..... | - 128 - |
| Figura 80: Solarios PV..... | - 129 - |
| Figura 81: Solarios PV vista 3D..... | - 130 - |
| Figura 82: Consumo eléctrico diario por área en Planta Baja..... | - 132 - |
| Figura 83: Consumo eléctrico diario estimado por área en plantas superiores..... | - 133 - |
| Figura 84: Consumo eléctrico diario estimado por área en las áreas comunes..... | - 135 - |
| Figura 85: Consumo eléctrico diario estimado por área en el parqueadero..... | - 136 - |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabla 1: Evolución de la eficiencia de los paneles solares | - 21 - |
| Tabla 2: Costos de producción de paneles solares (1970-2020). | - 22 - |
| Tabla 3: Reducción de emisiones de CO ₂ por uso de paneles solares. | - 23 - |
| Tabla 4: Impacto económico. | - 27 - |
| Tabla 5: Eficiencia y costo | - 28 - |
| Tabla 6: Características de la tecnología de película delgada. | - 29 - |
| Tabla 7: Características de las células de perovskita | - 29 - |
| Tabla 8: Comparación de tecnologías fotovoltaicas | - 30 - |
| Tabla 9: Características de edificio Terrazas. | - 40 - |
| Tabla 10: Normativa del predio. | - 73 - |
| Tabla 11: Programa arquitectónico Edificio Multifamiliar. | - 89 - |
| Tabla 12: Consumo diario (kWh) planta baja. | - 131 - |
| Tabla 13: Consumo diario (kWh) Plantas Superiores. | - 133 - |
| Tabla 14: Consumo diario (kWh) en áreas comunes | - 134 - |
| Tabla 15: Consumo diario (kWh) en parqueaderos | - 136 - |
| Tabla 16: Consumo diario, mensual y anual. | - 137 - |
| Tabla 17: Identificación de áreas de circulación. | - 139 - |
| Tabla 18: Consumo energético estimado. | - 139 - |
| Tabla 19: Número de paneles solares. | - 141 - |
| Tabla 20: Distribución de paneles solares en el edificio. | - 142 - |
| Tabla 21: Costo estimado del proyecto. | - 143 - |
| Tabla 22: Consumo eléctrico total del edificio. | - 144 - |
| Tabla 23: Cálculo del consumo energético de las áreas de circulación | - 144 - |
| Tabla 24: Cálculo del número de paneles solares necesarios. | - 145 - |
| Tabla 25: Producción energética de los paneles | - 145 - |
| Tabla 26: Área estimada necesaria para los paneles solares. | - 145 - |
| Tabla 27: Distribución de paneles solares. | - 146 - |
| Tabla 28: Costos de implementación. | - 146 - |
| Tabla 29: Beneficios económicos. | - 146 - |
| Tabla 30: Cálculo del retorno de la inversión (RQI) | - 147 - |
| Tabla 31: Costos de terreno y legalización. | - 148 - |
| Tabla 32: Costos de diseño y planificación | - 149 - |
| Tabla 33: Costos de construcción. | - 149 - |
| Tabla 34: Costos indirectos. | - 151 - |
| Tabla 35: Costos de instalaciones especiales. | - 151 - |
| Tabla 36: Costos de acabados y decoración. | - 152 - |
| Tabla 37: Costos financieros. | - 153 - |
| Tabla 38: Costos de comercialización y venta. | - 154 - |
| Tabla 39: Costos de contingencias. | - 154 - |
| Tabla 40: Presupuesto resumido del proyecto. | - 155 - |

CAPITULO I

CAPÍTULO I

1.1 Introducción.

En el mundo contemporáneo, el desafío de diseñar espacios que no solo respondan a las necesidades humanas, sino que también minimicen el impacto ambiental, ha llevado a una transformación en el campo de la arquitectura. El desarrollo de edificaciones eficientes energéticamente representa una respuesta vital ante la urgencia climática y la necesidad de sostenibilidad. El primer capítulo introduce el proyecto "Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente mediante la Implementación de Paneles Solares", situándolo en el contexto de las investigaciones actuales que buscan optimizar el uso de la energía y reducir la huella de carbono en construcciones urbanas.

El sector residencial, como uno de los mayores consumidores de energía, destaca la importancia de implementar estrategias que incorporen tanto la eficiencia energética como el uso de energías renovables. Nuestro estudio se centra en la ciudad de Cuenca, donde la acelerada urbanización y el crecimiento demográfico han exacerbado la demanda energética y amplificado los problemas de eficiencia energética. El análisis detallado de estas problemáticas justifica la necesidad de una intervención arquitectónica que no solo se adapte a las condiciones locales, sino que también promueva un modelo de desarrollo urbano sostenible y replicable.

Este capítulo delinearé los objetivos que guían el proyecto: desde el diseño de un edificio multifamiliar que integre tecnologías de energía solar hasta la optimización del impacto ambiental de las edificaciones en Cuenca. También se describirá la metodología adoptada para llevar a cabo la investigación, que incluye desde la revisión bibliográfica hasta el diseño conceptual y la evaluación técnica del proyecto propuesto.

A través de un enfoque integral, el presente estudio no solo busca contribuir al campo de la arquitectura sostenible sino también aportar soluciones concretas y viables que mejoren la calidad de vida urbana y alineen las prácticas de construcción con los objetivos globales de reducción de emisiones y sostenibilidad. En consecuencia, el primer capítulo establece las bases para entender la relevancia y el alcance del proyecto, delineando claramente el camino que se seguirá para alcanzar los resultados deseados.

1.2 Antecedentes.

El desarrollo de edificaciones eficientes desde el punto de vista energético se ha convertido en una prioridad en la arquitectura contemporánea debido a la creciente

preocupación por el impacto ambiental y la sostenibilidad. En este contexto, el proyecto "Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente mediante la Implementación de Paneles Solares" se inscribe dentro de las investigaciones que buscan optimizar el uso de la energía y reducir la huella de carbono en construcciones urbanas. Los estudios previos han demostrado que el sector residencial es uno de los mayores consumidores de energía, lo cual justifica la necesidad de implementar estrategias de eficiencia energética y energías renovables en el diseño arquitectónico (Baquero & Quesada, 2016).

La integración de tecnologías como los paneles solares fotovoltaicos y la mejora en los sistemas de aislamiento y diseño son ejemplos de cómo la arquitectura puede contribuir significativamente a la reducción del consumo energético. Además, la implementación de sistemas de gestión inteligente de la energía en los edificios permite un control más eficiente, adaptando el consumo a las necesidades reales y reduciendo los costes operativos (Jayamaha, 2007).

Desde este punto de vista, el proyecto se orienta no solo a cumplir con las exigencias prácticas de la vivienda urbana, sino también a responder a los desafíos ambientales y económicos que enfrenta la ciudad de Cuenca, reflejando un compromiso con la sostenibilidad y la innovación en el diseño arquitectónico (Villavicencio R., 2019).

1.3 Problema y justificación de la investigación.

En La ciudad de Cuenca enfrenta desafíos significativos derivados de su acelerada urbanización y crecimiento demográfico. Estos cambios han intensificado la demanda de energía en el sector residencial y han exacerbado los problemas relacionados con la eficiencia energética. Según Baquero M, (2016); el sector residencial en Cuenca es responsable del 37.76% del consumo total de energía de la ciudad, con un consumo promedio por hogar de 243.7 kWh, cifra que supera considerablemente el promedio de otras regiones andinas. El elevado consumo energético no solo implica costos económicos significativos para los residentes, sino que también genera una carga considerable sobre la infraestructura energética local, provocando interrupciones en el suministro de energía y contribuyendo al incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero.

El estudio de Baquero M, (2016); también reveló que la implementación de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético, basadas en la mejora de la eficiencia energética, puede optimizar significativamente el uso de energía en las viviendas. Paralelamente, la investigación de (Villavicencio R, 2019); indica que aproximadamente el 50% de las familias en Cuenca enfrentan serias deficiencias en sus hogares, incluyendo la

mala calidad de los materiales de construcción y la falta de servicios básicos, lo que complica aún más la situación energética de la ciudad.

En ese contexto, se hace imperativo adoptar medidas que promuevan la eficiencia energética y el uso de energías renovables para mitigar los impactos ambientales y económicos asociados al alto consumo energético. La implementación de tecnologías avanzadas, como los sistemas de energía solar fotovoltaica y mejoras significativas en el aislamiento y diseño de los edificios, no solo ayudaría a reducir la demanda energética, sino que también facilitaría el desarrollo de un modelo urbano sostenible que podría replicarse en otras ciudades enfrentando desafíos similares (Baquero & Quesada, 2016b).

El actual proyecto justifica la necesidad urgente de intervenir en el diseño y construcción de viviendas en Cuenca para abordar las deficiencias energéticas desde una perspectiva integral que incluya tanto mejoras tecnológicas como prácticas sostenibles de construcción. La colaboración entre el gobierno, el sector privado y los ciudadanos es crucial para transformar el entorno construido en Cuenca y lograr un modelo de ciudad sostenible y energéticamente eficiente. El enfoque es esencial no solo para mejorar la calidad de vida urbana sino también para cumplir con los compromisos internacionales de sostenibilidad y reducción de emisiones de carbono (Baquero & Quesada 2016).

En el diseño del edificio multifamiliar en la ciudad de Cuenca, se implementarán medidas específicas para abordar estas ineficiencias y promover la eficiencia energética. Esto incluirá la orientación adecuada del edificio para maximizar la captación solar, el uso de materiales de construcción con alto nivel de aislamiento térmico y la integración de sistemas de energía renovable como los paneles solares fotovoltaicos. Estas estrategias son parte de un enfoque integral para abordar el problema de la demanda energética residencial de manera práctica y concreta en la ciudad de Cuenca (Baquero & Quesada 2016).

La ubicación del proyecto se justifica por la creciente expansión de la ciudad de Cuenca hacia sus áreas periféricas, lo que está generando problemas en la planificación urbana. Por tanto, la elección de emplazar la edificación dentro del casco urbano se fundamenta en la necesidad de contrarrestar este fenómeno y así fortalecer el desarrollo vertical. Además, esta decisión se ve respaldada por la reciente ordenanza municipal que permite la construcción de edificaciones con el tipo de áreas ya establecidas.

1.4 Objetivos.

Objetivo General.

Diseñar un edificio multifamiliar en la ciudad de Cuenca con sistemas de energía solar activa y pasiva para optimizar la eficiencia energética y reducir el consumo residencial.

Objetivos Específicos.

- Desarrollar estrategias arquitectónicas cuantificables para optimizar la eficiencia energética y minimizar el impacto ambiental en edificaciones multifamiliares de Cuenca.
- Establecer criterios de diseño arquitectónico que maximicen la eficiencia energética, basados en la revisión de literatura sobre la integración de paneles fotovoltaicos en edificaciones.
- Diseñar un edificio multifamiliar ubicado en las calles Gran Colombia y Unidad Nacional de Cuenca, integrando paneles fotovoltaicos para optimizar la sostenibilidad energética.

CAPITULO II

CAPÍTULO II

2. Marco Teórico.

2.1 Evolución histórica de los paneles fotovoltaicos.

Los paneles fotovoltaicos, desde su invención en 1954 por Bell Laboratories, han recorrido un largo camino. Inicialmente utilizados en aplicaciones espaciales debido a su alto costo y baja eficiencia, han avanzado significativamente gracias a mejoras en materiales y diseños. Esto ha permitido su uso en una variedad de contextos terrestres, incluyendo la arquitectura y la construcción (Perlin, 1999).

Tabla 1: Evolución de la eficiencia de los paneles solares

| Década | Tipo de célula | Eficiencia % |
|--------|------------------------|--------------|
| 1950 | Silicio Monocristalino | 6 |
| 1970 | Silicio Monocristalino | 12 |
| 1990 | | 15 |
| 2010 | Película Delgada | 20 |
| 2020 | Perovskita | 25 |

Fuente: Perlin (1999); Green et al. (2016).

Como se observa en la *Tabla 1*; los avances en la eficiencia de los paneles solares se deben a la investigación continua y a la innovación en materiales. Las células solares de silicio monocristalino y policristalino, así como las células de película delgada y de perovskita, han mejorado significativamente, haciendo que la energía solar sea una opción más competitiva y viable (Green et al., 2016).

2.2 Inicio y expansión en la arquitectura.

Durante la crisis energética de la década de 1970, los altos precios del petróleo y la preocupación por los recursos energéticos limitados impulsaron la búsqueda de alternativas renovables. La energía solar fotovoltaica emergió como una opción prometedora (Katz, 1985).

Tabla 2: Costos de producción de paneles solares (1970-2020).

| Año | Costo por Watt (USD) |
|------|----------------------|
| 1970 | 100 |
| 1980 | 30 |
| 1990 | 10 |
| 2000 | 5 |
| 2010 | 1 |
| 2020 | 0.20 |

Fuente: Katz, (1985); Zweibel, (2010).

A medida que los costos de producción disminuyeron, los paneles solares comenzaron a ser utilizados en edificios residenciales y comerciales. Los arquitectos comenzaron a integrar estos paneles en sus diseños, experimentando con nuevas formas de incorporar la tecnología fotovoltaica en la arquitectura (*Ver Tabla 2*) (Rosenfeld, 1999).

2.3 Innovaciones y adopción masiva.

Durante las décadas de 1980 y 1990, la eficiencia y la estética de los paneles solares mejoraron notablemente (*Ver Figura 1*). Las tecnologías de integración permitieron que las células solares se incorporaran directamente en ventanas, techos y paredes, transformando su adopción (Perez et al., 2011).

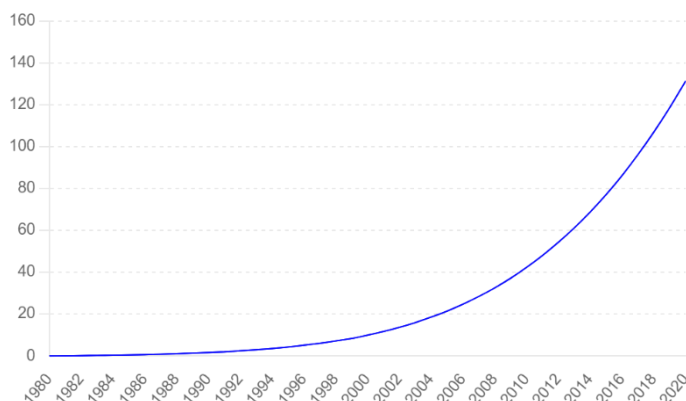


Figura 1: Crecimiento de la capacidad de energía solar (1980-2020).

Fuente: International Energy Agency, (2020).

La capacidad instalada de energía solar ha crecido exponencialmente, con mejoras en la eficiencia de los paneles solares y reducciones en los costos de producción. El crecimiento ha sido impulsado por políticas gubernamentales y subsidios que promueven la adopción de tecnologías renovables (International Energy Agency, 2020).

2.4 Sostenibilidad mediante paneles fotovoltaicos.

Con el nuevo milenio, la sostenibilidad se ha convertido en un tema central en la arquitectura. La integración de paneles solares en edificios responde a la necesidad de eficiencia energética y compromiso con la sostenibilidad ambiental (Winebrake J., 2005).

Tabla 3: Reducción de emisiones de CO₂ por uso de paneles solares.

| Año | Emisiones Evitadas (Millones de Toneladas de CO₂) |
|------------|---------------------------------------------------------------------|
| 2000 | 10 |
| 2010 | 50 |
| 2020 | 300 |

Fuente: International Renewable Energy Agency, (2020).

Los sistemas fotovoltaicos no solo generan energía limpia, sino que también contribuyen significativamente a la reducción de emisiones de CO₂, apoyando los objetivos de sostenibilidad y mitigación del cambio climático (*Ver Tabla 3*) (International Renewable Energy Agency, 2020).

2.5 Desarrollos clave y tecnologías que han influido en la arquitectura.

2.5.1 Integración en elementos arquitectónicos.

La capacidad de integrar células solares en elementos arquitectónicos ha revolucionado el diseño de edificios, permitiendo una mayor eficiencia energética y diseños más creativos y sostenibles (Hoffman & Sandelands, 2005). Esta integración puede llevarse a cabo de varias maneras, cada una con sus propias ventajas y desafíos.

1. Fachadas Fotovoltaicas.

Una de las aplicaciones más comunes es la integración de paneles solares en las fachadas de los edificios. Estas fachadas fotovoltaicas no solo generan energía limpia, sino que también pueden actuar como aislamiento térmico y acústico, mejorando el confort

interior y reduciendo la necesidad de sistemas de calefacción y refrigeración. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA), la capacidad de las fachadas fotovoltaicas ha aumentado considerablemente, contribuyendo a la eficiencia energética de los edificios modernos (*Ver Figura 2*) (International Energy Agency, 2020).



Figura 2: Fachada fotovoltaica

Fuente: <https://archello.com/es/news/10-edificios-disenados-con-paneles-fotovoltaicos-integrados>

2. Cubiertas solares.

Otra aplicación importante es la instalación de paneles solares en las cubiertas de los edificios. Las cubiertas solares son especialmente efectivas en áreas urbanas donde el espacio es limitado. Además de generar electricidad, pueden integrarse con sistemas de recolección de agua de lluvia, mejorando aún más la sostenibilidad del edificio (*Ver Figura 3*) (Biyik et al., 2017).

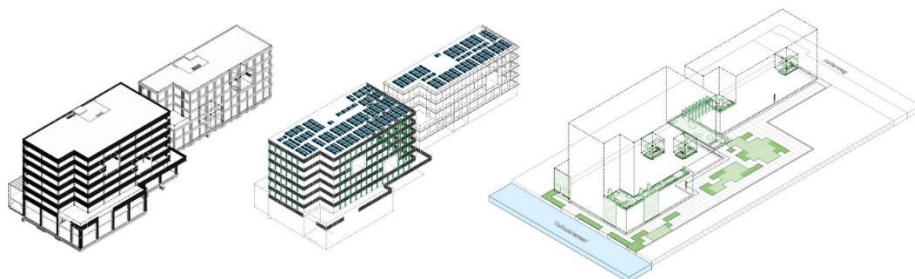


Figura 3: Cubiertas solares

Fuente: <https://archello.com/project/max-moore-completed>

3. Vidrios fotovoltaicos.

Los vidrios fotovoltaicos son una tecnología emergente que permite la generación de energía a través de las ventanas del edificio.

Estos vidrios pueden ser transparentes o semitransparentes y se integran directamente en la estructura del edificio, proporcionando luz natural y energía renovable simultáneamente. Investigaciones recientes indican que los vidrios fotovoltaicos pueden cubrir hasta el 50% de las necesidades energéticas de un edificio típico de oficinas (Ver Figura 4) (Luque & Hegedus, 2003).



Figura 4: Vidrios fotovoltaicos

Fuente: <https://onyxsolar.es/edificio-genyo>

4. Normativa y Regulaciones.

La integración de elementos fotovoltaicos en la arquitectura también está respaldada por varias normativas y regulaciones que fomentan el uso de energías renovables en la construcción.

Por ejemplo, la Directiva de Energía Renovable de la Unión Europea establece objetivos ambiciosos para la integración de energías renovables en los edificios nuevos y existentes (Parlamento Europeo, 2017). Estas regulaciones aseguran que los desarrollos arquitectónicos futuros sean sostenibles y energéticamente eficientes.

2.5.2 Innovaciones en materiales y procesos de fabricación.

Los avances en materiales y procesos de fabricación han mejorado la eficiencia y reducido los costos de los paneles solares, haciendo que la energía solar sea más accesible para una variedad de aplicaciones arquitectónicas (Green et al., 2015). A continuación, se presentan algunas de las principales innovaciones en esta área y sus impactos en la industria de la energía solar.

Materiales avanzados.

1. Silicio Monocristalino y Policristalino.

- **Eficiencia:** Los paneles solares de silicio monocristalino tienen una eficiencia superior al 20%, mientras que los de silicio policristalino rondan entre el 15% y el 17% (Fraunhofer ISE, 2021).
- **Costos:** Los costos de producción del silicio monocristalino han disminuido significativamente debido a mejoras en los procesos de fabricación, haciendo que estos paneles sean más competitivos en el mercado.

2. Células de Perovskita.

- **Eficiencia:** Las células solares de perovskita han mostrado una rápida mejora en la eficiencia, alcanzando más del 25% en condiciones de laboratorio (Knowles & Anwar, 2021).
- **Ventajas:** Estos materiales son más fáciles y económicos de fabricar en comparación con las células de silicio tradicionales, y pueden ser impresos en superficies flexibles, lo que los hace ideales para aplicaciones arquitectónicas innovadoras.

Procesos de fabricación innovadores

1 Impresión por Chorro de Tinta.

- **Descripción:** Es un método que permite la deposición precisa de materiales fotovoltaicos sobre diversos sustratos, reduciendo el desperdicio y los costos de producción (Pan et al., 2015).
- **Aplicaciones:** Es particularmente útil para la fabricación de células solares de perovskita y otros materiales emergentes.

2. Tecnología de Capa Fina

- **Eficiencia:** Las células solares de capa fina, como las de telurio de cadmio (CdTe) y cobre indio galio seleniuro (CIGS), ofrecen eficiencias de alrededor del 15-18% (Green et al. 2016).
- **Beneficios:** Son ligeras y flexibles, permitiendo su integración en fachadas y techos sin añadir peso significativo a las estructuras existentes.

Impacto económico y accesibilidad

El costo de la energía solar ha disminuido drásticamente en las últimas dos décadas, lo que ha hecho que sea una opción más viable para su integración en proyectos arquitectónicos. En la *Tabla 4* podemos ver la reducción de costos y el aumento de la eficiencia en los paneles solares entre 2000 y 2020.

Tabla 4: Impacto económico.

| Año | Costo Promedio de Producción (\$/W) | Eficiencia Promedio (%) |
|------|-------------------------------------|-------------------------|
| 2000 | 5.00 | 10 |
| 2005 | 4.00 | 12 |
| 2010 | 2.50 | 15 |
| 2015 | 1.50 | 18 |
| 2020 | 0.50 | 22 |

Fuente: Knowles & Anwar, (2021).

2.5.3 Células de silicio monocristalino y policristalino.

Las células solares de silicio han sido fundamentales en el desarrollo de la tecnología fotovoltaica. Las células monocristalinas son más eficientes pero costosas, mientras que las policristalinas son más asequibles, aunque menos eficientes. Ambas tecnologías continúan mejorando en eficiencia y sostenibilidad (Müller et al., 2018).

1. Células policristalinas.

- **Eficiencia:** Las células solares policristalinas tienen una eficiencia promedio del 15-17% (Fraunhofer ISE 2021).
- **Costo:** Son más económicas debido a un proceso de fabricación más simple y menos costoso, utilizando restos de silicio (Green et al. 2016).
- **Durabilidad y Vida Útil:** Vida útil ligeramente inferior a las monocristalinas, con una media de 20-25 años (Llanos-Cuentas et al., 2019).

2. Comparación de Eficiencia y Costo.

La *Tabla 5* resume las diferencias en eficiencia, costo y vida útil entre las células solares monocristalinas y policristalinas:

Tabla 5: Eficiencia y costo

| Tipo de Célula | Eficiencia Promedio (%) | Costo Promedio (\$/W) | Vida Útil (Años) |
|----------------|-------------------------|-----------------------|------------------|
| Monocristalina | 20-22 | 0.30-0.50 | -25 |
| Policristalina | 15-17 | 0.20-0.40 | 20-25 |

Fuente: Green et al. (2016); Fraunhofer ISE (2021).

3. Innovaciones recientes.

- **Pasivación de Superficie:** Mejora la eficiencia de las células monocristalinas al reducir las pérdidas de energía en la superficie de la célula (Jiang et al., 2017).
- **Tecnología PERC (Passivated Emitter and Rear Cell):** Incrementa la eficiencia de ambas tecnologías mediante la adición de una capa de pasivación en la parte trasera de la célula, lo que mejora la captura de luz (Sharma et al., 2018).

4. Impacto ambiental y sostenibilidad.

- **Huella de Carbono:** Las células monocristalinas, aunque más eficientes, tienen una huella de carbono mayor debido al proceso de fabricación más intensivo (Müller et al., 2018).
- **Reciclabilidad:** Ambas tecnologías están avanzando en términos de reciclabilidad, con procesos de reciclaje que permiten recuperar hasta el 95% del material de silicio (Llanos-Cuentas et al., 2019).

5. Tecnología de película delgada.

La tecnología de película delgada permite la integración de células solares en superficies flexibles, como ventanas y fachadas. Aunque son menos eficientes que las células de silicio, son más ligeras y versátiles, ofreciendo nuevas oportunidades para la generación de energía solar en la arquitectura (Ver Tabla 6) (Patel et al., 2018) .

Tabla 6: Características de la tecnología de película delgada.

| Característica | Película Delgada | Células de Silicio |
|---------------------|------------------|--------------------|
| Eficiencia Promedio | 10-12% | 15-22% |
| Peso | Ligero | Moderado a pesado |
| Flexibilidad | Alta | Baja |
| Costo | Bajo a moderado | Moderado a alto |
| Vida Útil (años) | 10-20 | 20-25 |

Fuente: Patel et al. (2015).

6. Aplicaciones comunes de la tecnología de película delgada.

- **Ventanas Fotovoltaicas:** Integración en superficies de vidrio, permitiendo la generación de energía sin comprometer la estética o la funcionalidad de la ventana.
- **Fachadas Fotovoltaicas:** Utilización en revestimientos de edificios, ofreciendo una doble función como elemento estructural y generador de energía.
- **Techos Flexibles:** Aplicación en techos curvos o irregulares donde las células de silicio tradicionales no serían prácticas.

7. Células de perovskita.

Las células de perovskita representan uno de los avances más prometedores en la tecnología fotovoltaica. Son eficientes y económicas, aunque enfrentan desafíos en términos de estabilidad y sostenibilidad. La investigación continua busca mejorar su durabilidad y reducir el uso de materiales tóxicos (Ver Tabla 7) (Jones F., 2020).

Tabla 7: Características de las células de perovskita

| Característica | Células de Perovskita | Células de Silicio |
|----------------|-----------------------|--------------------|
|----------------|-----------------------|--------------------|

| | | |
|---------------------|--------------------|-----------------|
| Eficiencia Promedio | 20-25% | 15-22% |
| Costo de Producción | Bajo | Moderado a Alto |
| Estabilidad | Moderada | Alta |
| Toxicidad | Presencia de Plomo | No tóxico |
| Flexibilidad | Alta | Baja |
| Vida Útil (años) | 10-15 | 20-25 |

Fuente: Jones F & Anwar (2021).

(2020); Knowles

8. Innovaciones y desafíos.

- **Eficiencia:** Las células de perovskita han alcanzado eficiencias superiores al 25% en condiciones de laboratorio, lo que las hace competitivas con las células de silicio (NREL, 2020).
- **Costo:** Su fabricación es menos costosa debido a procesos de producción más simples y materiales más baratos (Patel et al., 2018).

9. Estabilidad y durabilidad.

- Uno de los principales desafíos es la estabilidad a largo plazo. Las células de perovskita son sensibles a la humedad y la temperatura, lo que puede reducir su vida útil (Jones F., 2020).
- Investigaciones actuales se centran en mejorar la encapsulación y la resistencia a la degradación ambiente

10. Sostenibilidad.

La presencia de plomo en las células de perovskita plantea preocupaciones ambientales y de salud. Se están desarrollando alternativas de perovskita sin plomo para abordar el problema (Ver Tabla 8) (Pan et al., 2015).

Tabla 8: Comparación de tecnologías fotovoltaicas

| Tecnología | Eficiencia (%) | Costo (\$/W) | Vida Útil (Años) | Estabilidad | Toxicidad | Flexibilidad |
|------------|----------------|--------------|------------------|-------------|-----------|--------------|
|------------|----------------|--------------|------------------|-------------|-----------|--------------|

| | | | | | | |
|------------------------|-------|----------|-------|----------|--------------------|------|
| Perovskita | 20-25 | Bajo | 10-15 | Moderada | Presencia de plomo | Alta |
| Silicio Monocristalino | 20-22 | Moderado | >25 | Alta | No | Baja |
| Silicio Policristalino | 15-17 | Moderado | 20-25 | Alta | No | Baja |
| Película Delgada | 10-12 | Bajo | 10-20 | Moderada | No | Alta |

Fuente: Knowles & Anwar (2021) ; Jones F (2020); Patel et al. (2018).

CASOS DE ESTUDIO.

INTRODUCCIÓN.

Los casos de estudio presentados a continuación tienen como propósito analizar diversos proyectos arquitectónicos que se distinguen por su enfoque en la sostenibilidad, la eficiencia energética y el diseño contemporáneo. Cada uno de estos proyectos ofrece valiosas lecciones que pueden ser aplicadas al diseño de edificaciones multifamiliares eficientes y sostenibles, como el que se propone en esta tesis. Entre los aspectos más destacados se encuentran la integración de tecnologías solares, sistemas de almacenamiento de energía, estrategias bioclimáticas y el uso de materiales ecológicos, todo ello con el objetivo de mejorar el confort de los usuarios y la calidad del entorno urbano.

Este análisis busca identificar soluciones innovadoras que, adaptadas al contexto local, contribuyan a optimizar el uso de recursos naturales, incrementar la eficiencia energética y promover la interacción social en espacios comunes. Además, se enfatiza la importancia de la integración armoniosa con el entorno urbano, un factor esencial para lograr un diseño arquitectónico que no solo sea eficiente y sostenible, sino también respetuoso con el medio ambiente.

2.6 Caso de estudio I.

2.6.1 Introducción.

El complejo de viviendas El Glanhof, situado en el centro de Klagenfurt, Austria, es un ejemplo sobresaliente de arquitectura sostenible y eficiente energéticamente. Con 150 unidades residenciales, el proyecto se destaca por su integración de sistemas fotovoltaicos en la fachada y su enfoque en la autonomía energética (*Ver Figura 2*). La relevancia de El Glanhof para nuestro proyecto de tesis radica en su diseño innovador y su capacidad para ofrecer soluciones sostenibles en un entorno urbano, principios que queremos implementar en el diseño de un edificio multifamiliar eficiente energéticamente en San Sebastián, Cuenca.



Figura 5: Complejo de viviendas El Glanhof, Austria

Fuente: Elaboración propia

2.6.2 Descripción del proyecto.

Diseño y ubicación: El Glanhof se encuentra a lo largo del río Glan en Klagenfurt, compuesto por tres estructuras de edificios que rodean un patio verde. La primera fase del proyecto incluyó una estructura alargada a lo largo de la calle Pischeldorfer, accesible a través de un balcón de acceso con una fachada geométrica única en zigzag. Los apartamentos, que varían entre 50 y 75 m², cuentan con balcones orientados al patio (Ver Figura 3).

2.6.3 Características principales.

- **Integración de sistemas fotovoltaicos:** Paneles solares fotovoltaicos integrados en la fachada de vidrio.
- **Almacenamiento de energía:** Sistema de almacenamiento geotérmico de salmuera para almacenar energía solar.
- **Espacios comunes:** Planta baja acristalada con áreas comunes como cafetería, aparcamiento para carritos de bebé y bicicletas.
- **Inclusión social:** Unidades de vivienda asistida para personas mayores con sistemas de llamada de emergencia.
- **Diseño bioclimático:** Patio verde central y áreas de recreación para maximizar la luz solar y la ventilación natural.

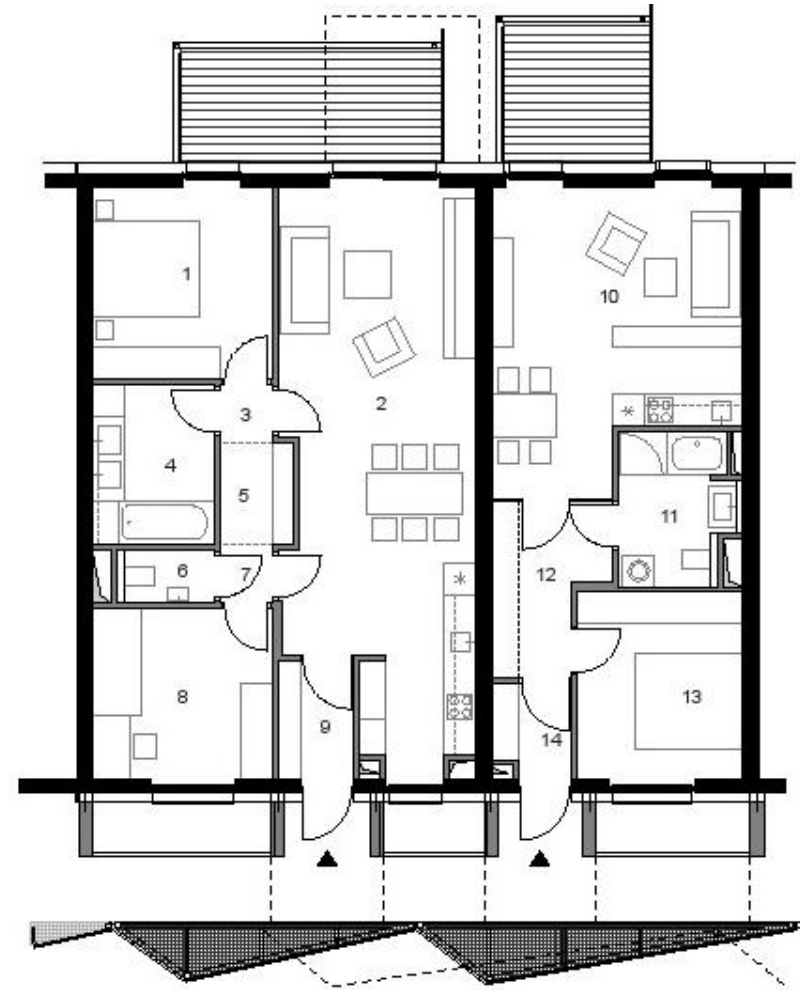


Figura 6: Planta arquitectónica complejo El Glanhof.

Fuente: Elaboración propia.

2.6.4 Análisis comparativo.

Diseño arquitectónico:

- **El Glanhof:** Diseño alargado con fachada geométrica y acceso a través de balcones.
- **Proyecto de tesis:** Diseño multifamiliar con énfasis en la eficiencia energética y sostenibilidad, integrado en el entorno urbano de San Sebastián, Cuenca.

Eficiencia energética:

- **El Glanhof:** Autonomía energética a través de paneles fotovoltaicos y almacenamiento geotérmico.
- **Proyecto de tesis:** Implementación de paneles solares y sistemas de almacenamiento de energía para reducir la dependencia de la red eléctrica.

Integración de paneles solares:

- **El Glanhof:** Paneles integrados en la fachada de vidrio, convirtiéndose en parte del diseño arquitectónico.
- **Proyecto de tesis:** Integración de paneles solares en el diseño del techo y fachadas, optimizando la captación solar.

Sostenibilidad:

- **El Glanhof:** Uso de energías renovables, espacios verdes, y diseño bioclimático.
- **Proyecto de tesis:** Enfoque en sostenibilidad mediante el uso de materiales locales, energías renovables, y diseño que maximiza la eficiencia energética.



Figura 7: Diseño de fachada El Glanhof.

Fuente: Elaboración propia.

2.6.5 Aplicación de principios.

Los principios y estrategias utilizadas en El Glanhof pueden ser adaptados a nuestro proyecto de las siguientes maneras:

- **Integración de energía solar:** Implementar paneles solares en las fachadas y techos, siguiendo el ejemplo de El Glanhof, para maximizar la captación de energía solar.
- **Almacenamiento de energía:** Utilizar sistemas de almacenamiento geotérmico para aprovechar el exceso de energía solar y utilizarla durante los meses más fríos.
- **Espacios comunes y sociales:** Diseñar áreas comunes multifuncionales en la planta baja, como cafeterías y aparcamientos para bicicletas, para fomentar la interacción social y la convivencia.
- **Diseño inclusivo:** Incluir unidades de vivienda asistida y accesibilidad mejorada para personas mayores y con movilidad reducida.
- **Sostenibilidad:** Incorporar un patio verde central y áreas recreativas para mejorar la calidad de vida de los residentes y fomentar la sostenibilidad.

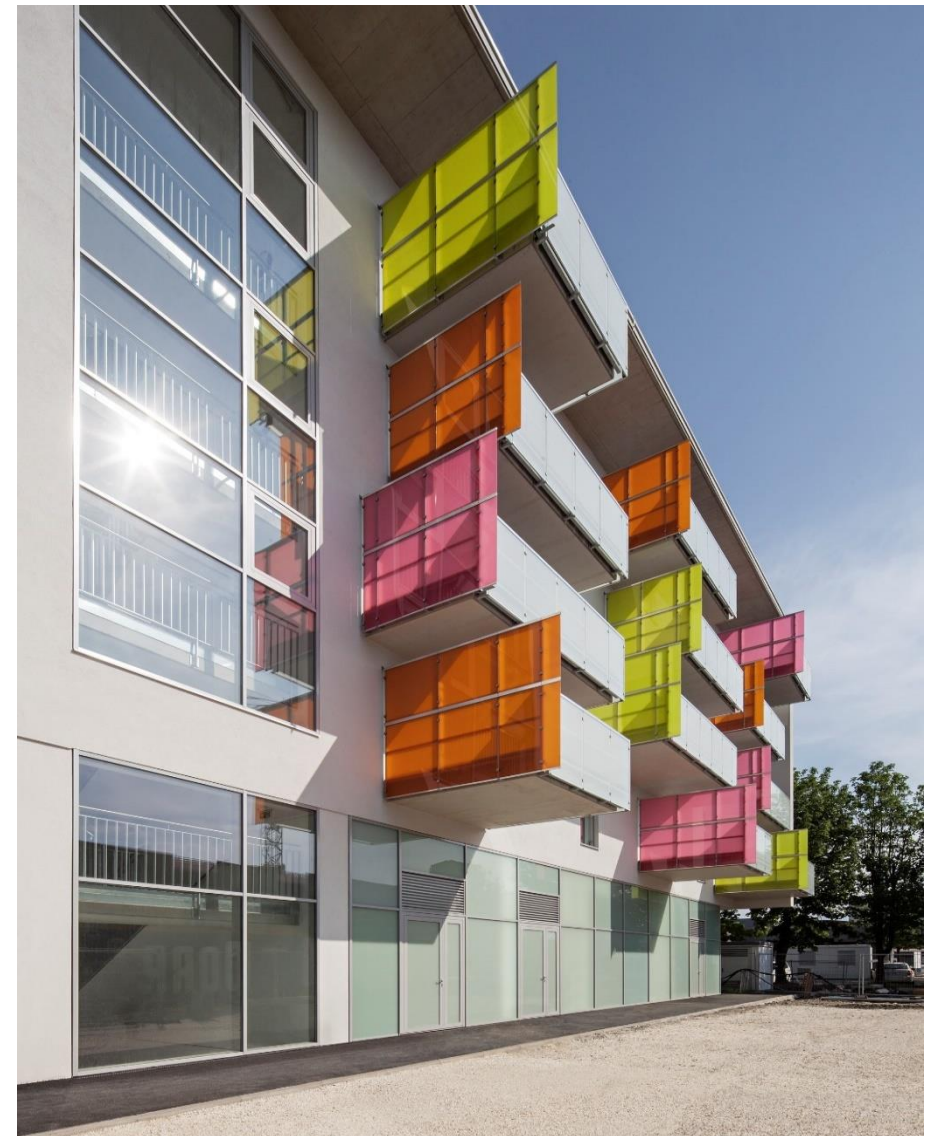


Figura 8: Aplicación de principios en El Glanhof.

Tabla 9: Aplicación de principios

| Aspecto | Glanhof 1 | Propuesta de la Tesis | Contribución del Glanhof 1 a la Tesis |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Integración de tecnologías solares | Paneles fotovoltaicos integrados en las fachadas y cubiertas, formando parte del diseño arquitectónico. | Incorporación de paneles solares en cubiertas y fachadas para optimizar la captación solar. | Ofrece un modelo de integración de paneles solares en la envolvente arquitectónica, especialmente en fachadas, maximizando la captación de energía. |
| Sistemas de almacenamiento de energía | Sistema de almacenamiento geotérmico que optimiza el uso de energía renovable. | Implementación de tecnologías para almacenamiento energético vinculado a los paneles solares. | Inspiración para incluir sistemas de almacenamiento geotérmico o baterías, potenciando la autonomía energética del proyecto. |
| Diseño bioclimático | Estrategia bioclimática que maximiza la luz natural y la ventilación cruzada, con orientación solar favorable. | Aplicación de criterios bioclimáticos para optimizar el rendimiento energético pasivo del edificio. | Refuerza el uso de estrategias pasivas como la orientación solar óptima y ventilación natural a través de patios interiores y dobles alturas. |
| Espacios verdes y paisajismo | Espacios verdes comunitarios y patios internos que promueven el confort ambiental y social. | Creación de áreas verdes con vegetación nativa para el confort climático y visual. | Aporta al enfoque de diseño de espacios exteriores verdes que mejoran la calidad ambiental del edificio y sus alrededores. |
| Uso de materiales sostenibles | Uso predominante de madera y materiales ecológicos de bajo impacto, con énfasis en lo local. | Empleo de materiales sostenibles y sistemas constructivos eficientes. | Reafirma el uso de materiales ecológicos y de proximidad , contribuyendo a la eficiencia energética y sostenibilidad global del proyecto. |
| Eficiencia energética y autonomía | Edificio parcialmente autosuficiente gracias a la combinación de energías renovables (solar y geotérmica). | Reducción de la demanda energética mediante el uso de energía solar activa y pasiva. | Inspira a lograr un diseño que combine sistemas solares y almacenamiento para maximizar la eficiencia energética y acercarse a la autonomía energética . |
| Impacto urbano y cohesión | Diseño respetuoso con el entorno urbano, utilizando volumetrías y soluciones arquitectónicas sostenibles. | Integración del edificio dentro del tejido urbano de Cuenca, promoviendo la densificación y sostenibilidad. | Proporciona un modelo de integración urbana que armoniza con el contexto, favoreciendo una convivencia sostenible con el entorno construido. |

Fuente: Elaboración propia

Esta *Tabla 9* emplea términos arquitectónicos más precisos, como **envolvente arquitectónica**, **estrategias pasivas**, **paisajismo**, **eficiencia energética**, y **volumetrías**, lo que mejora su claridad y pertinencia en el ámbito de la arquitectura.

2.6.6 Conclusiones

El estudio de caso del complejo de viviendas El Glanhof ofrece valiosas lecciones para el diseño de nuestro proyecto de tesis. La integración de sistemas fotovoltaicos, el almacenamiento geotérmico, y el enfoque en espacios comunes y sostenibles son elementos clave que pueden ser adaptados para mejorar la eficiencia energética y la calidad de vida en nuestro edificio multifamiliar en San Sebastián, Cuenca. La aplicación de estos principios no solo hará que nuestro proyecto sea más sostenible y eficiente, sino que también contribuirá a la creación de un entorno urbano más habitable y cohesionado.

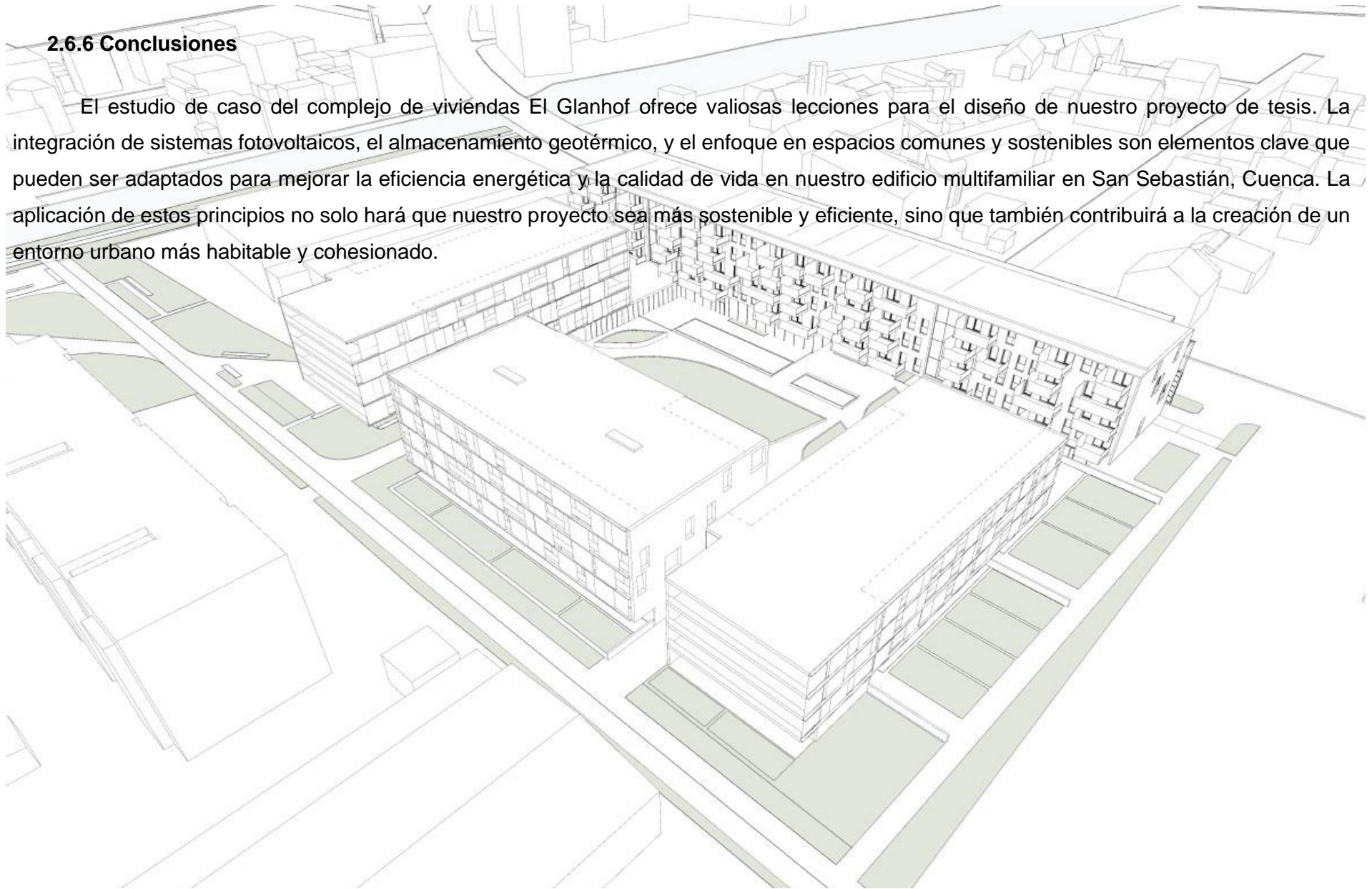


Figura 9: Vista 3D completo El Glanhof.

2.7 Caso de estudio II.

2.7.1 Introducción.

El Edificio Terrazas Tadeo, diseñado por el Taller Eduardo Audirac y Enrique Ramon Ríos, se localiza en Puebla de Zaragoza, México. El proyecto residencial de 6000 m², finalizado en 2018, se compone de dos torres gemelas que albergan 24 unidades de vivienda colectiva, distribuidas en uno y dos niveles (Ver Figura 7). El estudio del siguiente caso es relevante para nuestro proyecto de tesis debido a su diseño innovador, enfoque en la sostenibilidad, y aprovechamiento de recursos naturales, características que buscamos implementar en el diseño de un edificio multifamiliar eficiente energéticamente en San Sebastián, Cuenca.



Figura 10: Edificio terrazas Tadeo.

2.7.2 Descripción del proyecto.

Diseño y ubicación:

- Estructura: Dos torres gemelas con una variedad de tipologías de viviendas, incluyendo pent gardens, departamentos con terrazas y jardines colgantes, y pent houses con dobles alturas y terrazas.
- Amenidades: Jardín común, sala de usos múltiples en planta baja, azotea jardín, jacuzzi y mirador con vistas a los volcanes, la pirámide de Cholula y el cerro de San Juan.
- Orientación: Norte-sur, optimizando la iluminación y ventilación natural-cruzada.

Características principales:

- Estructura Expuesta: Concreto aparente con un gran patio que ilumina el medio sótano de estacionamientos y un núcleo central visible de instalaciones.
- Sostenibilidad: Recolección de agua pluvial en una cisterna independiente, lo que lo convierte en un "edificio azul" pionero en Puebla.
- Confort Térmico: Orientación que maximiza el confort térmico mediante iluminación y ventilación natural.
- Integración Urbana: El edificio se eleva verticalmente para la calle inmediata, pero es escalonado y armonioso con la mega manzana verde que lo rodea.

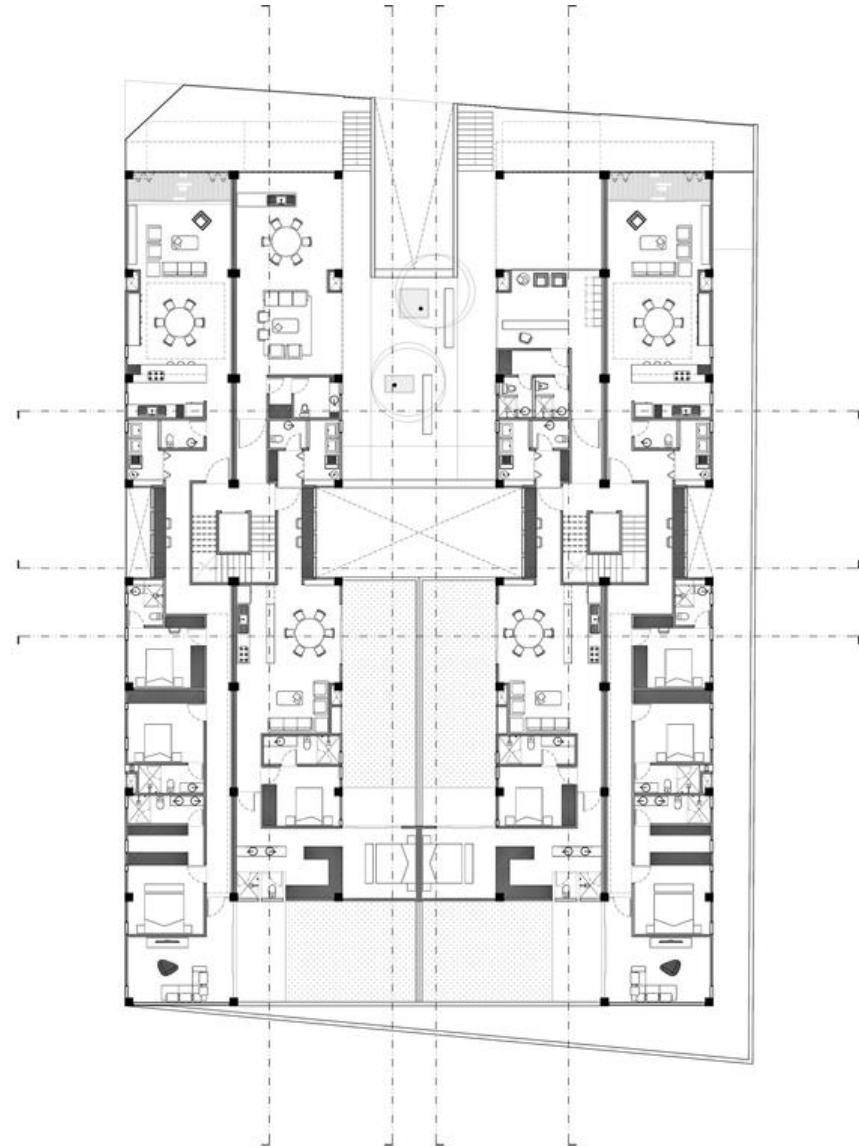


Figura 11: Distribución arquitectónica de edificio Terrazas.

Tabla 10: Características de edificio Terrazas.

| Aspecto | Edificio Terrazas Tadeo | Proyecto de Tesis |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diseño Arquitectónico | Dos torres gemelas con diversas tipologías de viviendas y un enfoque en la integración con el entorno urbano. | Diseño multifamiliar en San Sebastián, Cuenca, con un enfoque en la eficiencia energética y sostenibilidad, y adaptación al entorno urbano. |
| Eficiencia Energética | Uso de iluminación y ventilación natural-cruzada, recolección de agua pluvial, y estructura que optimiza el confort térmico. | Implementación de paneles solares, sistemas de almacenamiento de energía, y diseño bioclimático para maximizar la eficiencia energética. |
| Integración de Paneles Solares | No se especifica el uso de paneles solares, pero se destaca la recolección de agua pluvial y eficiencia térmica. | Integración de paneles solares en el diseño del techo y fachadas para optimizar la captación solar. |
| Sostenibilidad | Filosofía de aprovechamiento de recursos naturales, recolección de agua pluvial, y diseño que favorece la iluminación y ventilación natural. | Enfoque en sostenibilidad mediante el uso de materiales locales, energías renovables, y diseño que maximiza la eficiencia energética. |
| <p>Aplicación de Principios</p> <p>Los principios y estrategias utilizadas en el Edificio Terrazas Tadeo pueden ser adaptados a nuestro proyecto de las siguientes maneras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento de Recursos Naturales: Implementar sistemas de recolección de agua pluvial y cisternas independientes, similar a la filosofía del "edificio azul" del Terrazas Tadeo. • Eficiencia Térmica: Diseñar el edificio con una orientación que maximice la iluminación y ventilación natural-cruzada para optimizar el confort térmico. • Estructura Expuesta: Utilizar materiales locales y exponer elementos estructurales de concreto para proporcionar una estética moderna y honesta, similar a la del Terrazas Tadeo. • Integración Urbana: Diseñar el edificio de manera que se integre armoniosamente con el entorno urbano, similar a cómo el Terrazas Tadeo se eleva verticalmente, pero se escalona hacia la mega manzana verde. | | |

Fuente: Elaboración propia.

2.7.3 Conclusiones.

El estudio de caso del Edificio Terrazas Tadeo ofrece valiosas lecciones para el diseño de nuestro proyecto de tesis. La orientación nortesur, el aprovechamiento de recursos naturales, y la integración urbana son elementos clave que pueden ser adaptados para mejorar la eficiencia energética y la calidad de vida en nuestro edificio multifamiliar en San Sebastián, Cuenca. La aplicación de estos principios no solo hará que nuestro proyecto sea más sostenible y eficiente, sino que también contribuirá a la creación de un entorno urbano más habitable y cohesionado.

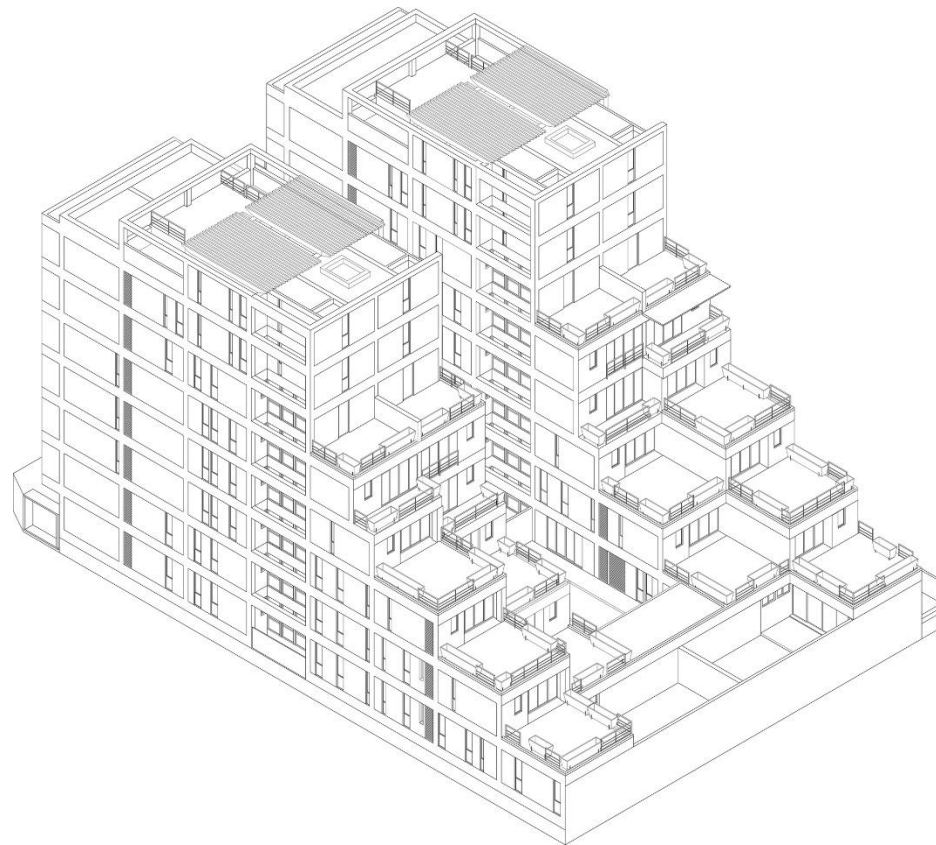


Figura 12: Vista 3D edificio Terrazas

2.8 Caso de estudio III.



Figura 13: Proyecto de vivienda social en Marina del Prat Vermell.

2.8.1 Introducción.

El diseño responde a la geometría triangular del sitio, manteniendo la integridad de esta forma en la organización global. La parcela se divide en cinco volúmenes a través de dos patios y dos pasajes orientados de norte a sur. Esto permite una distribución interior ortogonal clara, optimizando la ventilación, exposición solar y vistas para todas las unidades (*Ver Figura 10*).

Viviendas: 72 unidades, todas con dos habitaciones.

Distribución: Cada piso aloja doce residencias, con cuatro viviendas en esquina, garantizando doble orientación, ventilación y exposición solar óptima.

2.8.2 Diseño y materialidad.

El edificio se percibe de manera diferente según el punto de vista, mostrando una fachada continua o fragmentada dependiendo del ángulo de observación.

Materiales: Uso de GRC (hormigón armado con fibra) y vidrio en las fachadas, evocando los pliegues de los tejidos textiles históricos.

Estructura: Sistema Bubble-Deck, que reduce el peso de las losas de piso en un 35%, utilizando cuerpos cilíndricos de PVC reciclado.

Sostenibilidad: El diseño minimiza la huella de carbono, con fachadas aisladas para baja transmitancia térmica y estrategias de eficiencia energética que cumplen con los estándares Passivhaus.

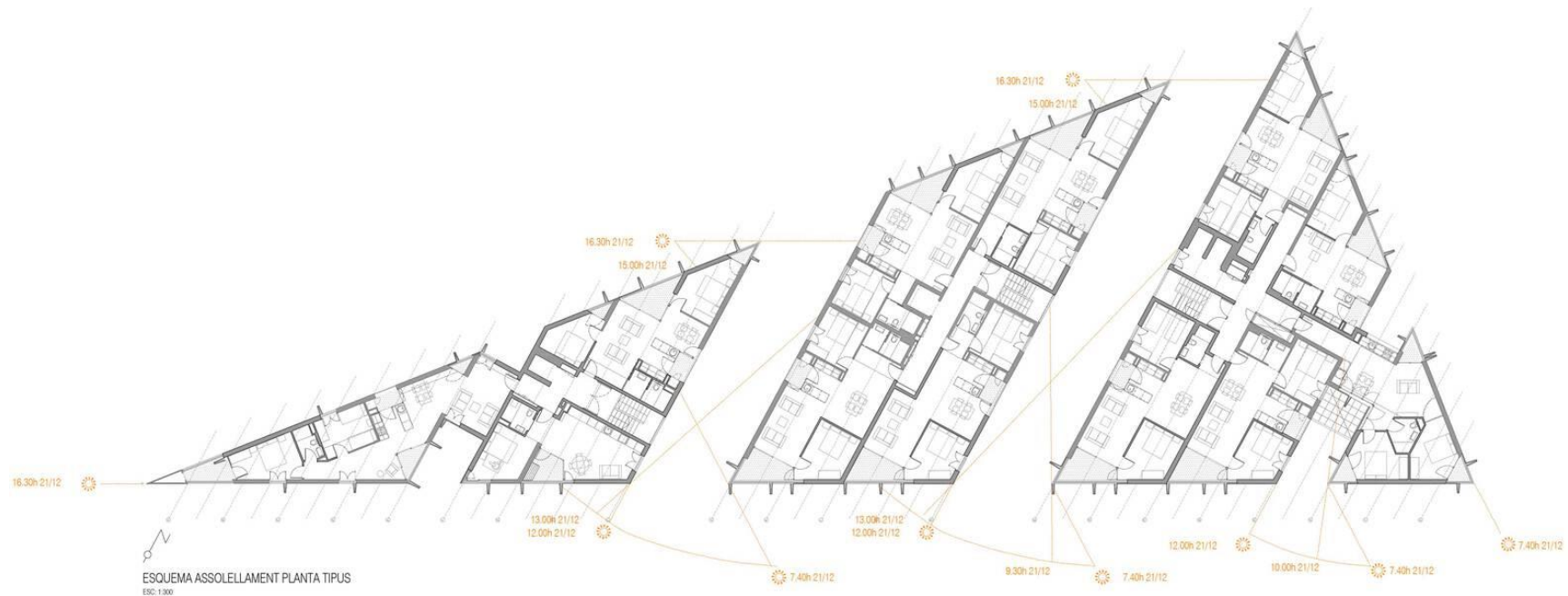


Figura 14: Planta arquitectónica proyecto de vivienda social en Marina del Prat Vermell

2.8.3 Funcionalidad y calidad de vida.

El diseño garantiza condiciones óptimas para los residentes en términos de ventilación, exposición solar y espacio habitable.

Orientación solar: Las aberturas están diseñadas para maximizar la ganancia solar en invierno y proporcionar sombreado y ventilación cruzada en verano.

Espacios comunes: Pasajes y patios que promueven la interacción social y la movilidad alternativa, incluyendo estacionamientos para bicicletas.

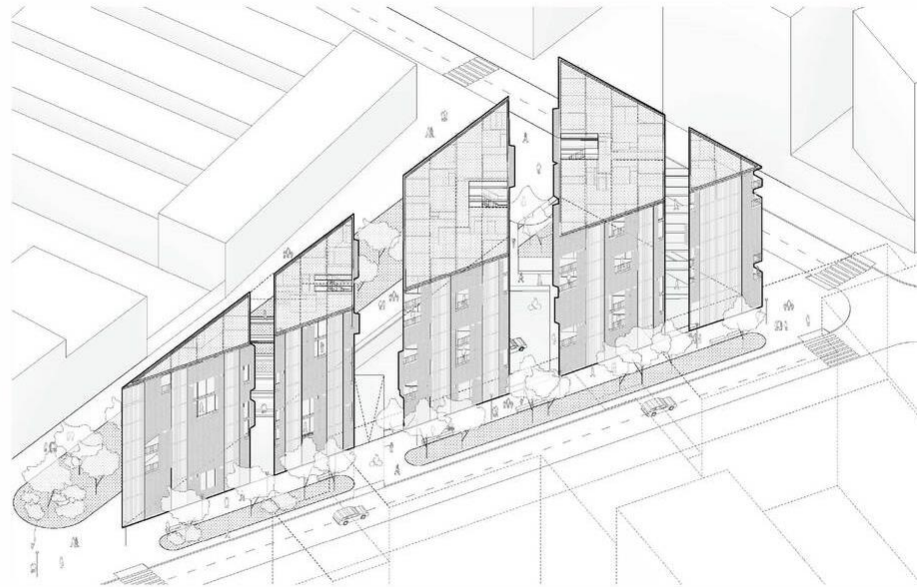
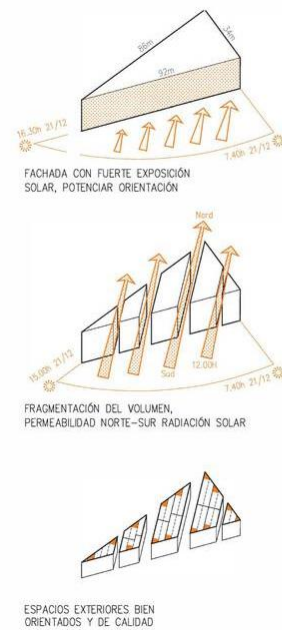
Tabla 11: Funcionalidad y calidad de vida

| Aspecto | Proyecto de Vivienda Social en Marina del Prat Vermell | Propuesta de la Tesis | Contribución a la Tesis |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Eficiencia Energética | Cumple con estándares Passivhaus y diseño de fachadas aisladas térmicamente. | Optimización de la eficiencia energética mediante energías renovables. | Ejemplo de implementación de estrategias de eficiencia energética. |
| Sistemas de Energía Renovable | Enfoque en sostenibilidad; se puede integrar con paneles solares. | Implementación de paneles solares en cubiertas y fachadas. | Aporta el concepto de integración de sistemas renovables para mejorar la eficiencia. |
| Diseño Bioclimático | Orientación solar y ventilación cruzada maximizan el confort térmico. | Aplicación de estrategias bioclimáticas en el diseño del edificio. | Refuerza la necesidad de diseño que maximice la luz natural y la ventilación. |
| Materialidad Sostenible | Uso de GRC y tecnología Bubble-Deck que reduce peso y huella de carbono. | Uso de materiales locales y de bajo impacto en la construcción. | Ejemplo de uso de materiales innovadores que mejoran la sostenibilidad. |
| Espacios Comunes | Diseño de patios y pasajes que fomentan la interacción social. | Creación de áreas comunes que mejoren la calidad de vida. | Aporta ideas para mejorar la convivencia y el bienestar de los residentes. |
| Movilidad Alternativa | Incluye infraestructura para bicicletas y accesibilidad al transporte público. | Promoción de soluciones de movilidad sostenible en el diseño. | Proporciona un modelo para integrar movilidad alternativa en el edificio. |

Fuente: Elaboración propia

2.8.4 Conclusión.

El proyecto de vivienda social en Marina del Prat Vermell combina un enfoque histórico y contextual con soluciones arquitectónicas innovadoras y sostenibles. A través de una organización clara y materiales eficientes, proporciona viviendas de alta calidad que responden a las necesidades actuales de sostenibilidad y eficiencia energética, mejorando la calidad de vida de sus residentes y contribuyendo positivamente al entorno urbano.



2.9 Caso de estudio IV.



Figura 16: Edificio Sozame.

2.9.1 Introducción.

El edificio SOZAWE, diseñado por NL Architects, es una oficina gubernamental ubicada en Groningen, Países Bajos. El proyecto es un excelente ejemplo de arquitectura contemporánea que integra sostenibilidad, funcionalidad y diseño innovador. Aquí tienes algunos detalles clave sobre el edificio:



Figura 17: Zona exterior edificio Sozawe.

2.9.2 Diseño y concepto.

- **Uso mixto:** SOZawe alberga varias oficinas municipales, incluyendo el departamento de servicios sociales y empleo, de ahí su nombre (Sociale Zaken en Werkgelegenheid).
- **Forma y estructura:** El edificio tiene una forma inusual, con un volumen que se retuerce y se eleva del suelo, creando un espacio público debajo. La estructura incluye un "puente" que conecta diferentes secciones del edificio.
- **Espacios verdes:** Una característica destacada es la inclusión de jardines en el techo y áreas verdes, contribuyendo a la sostenibilidad y proporcionando un ambiente de trabajo agradable para los empleados.



Figura 18: Edificio Sozawe y su conexión con el exterior

2.9.3 Sostenibilidad

- **Eficiencia energética:** El diseño incorpora diversas estrategias para la eficiencia energética, incluyendo el uso de materiales sostenibles y sistemas avanzados de climatización.
- **Gestión del agua:** El edificio cuenta con sistemas para la recolección y reutilización del agua de lluvia, reduciendo el consumo de agua potable.
- **Iluminación natural:** La forma del edificio y su orientación están optimizadas para maximizar la entrada de luz natural, reduciendo la necesidad de iluminación artificial.



Figura 19: Funcionalidad edificio Sozawe.

2.9.4 Innovación y funcionalidad

- **Diseño interior:** Los espacios interiores están diseñados para ser flexibles y adaptables, facilitando diversas configuraciones de trabajo y fomentando la colaboración entre los empleados.
- **Accesibilidad:** El edificio está diseñado para ser accesible para personas con discapacidades, cumpliendo con altos estándares de inclusión.

2.9.5 Impacto urbano

- **Integración con el entorno:** SOZawe está diseñado para integrarse armoniosamente con su entorno urbano, mejorando la calidad del espacio público y contribuyendo al paisaje urbano de Groningen.
- **Espacio público:** El espacio bajo el edificio elevado se utiliza como área pública, proporcionando un lugar de reunión y actividades para la comunidad local.

2.9.6 Reconocimientos

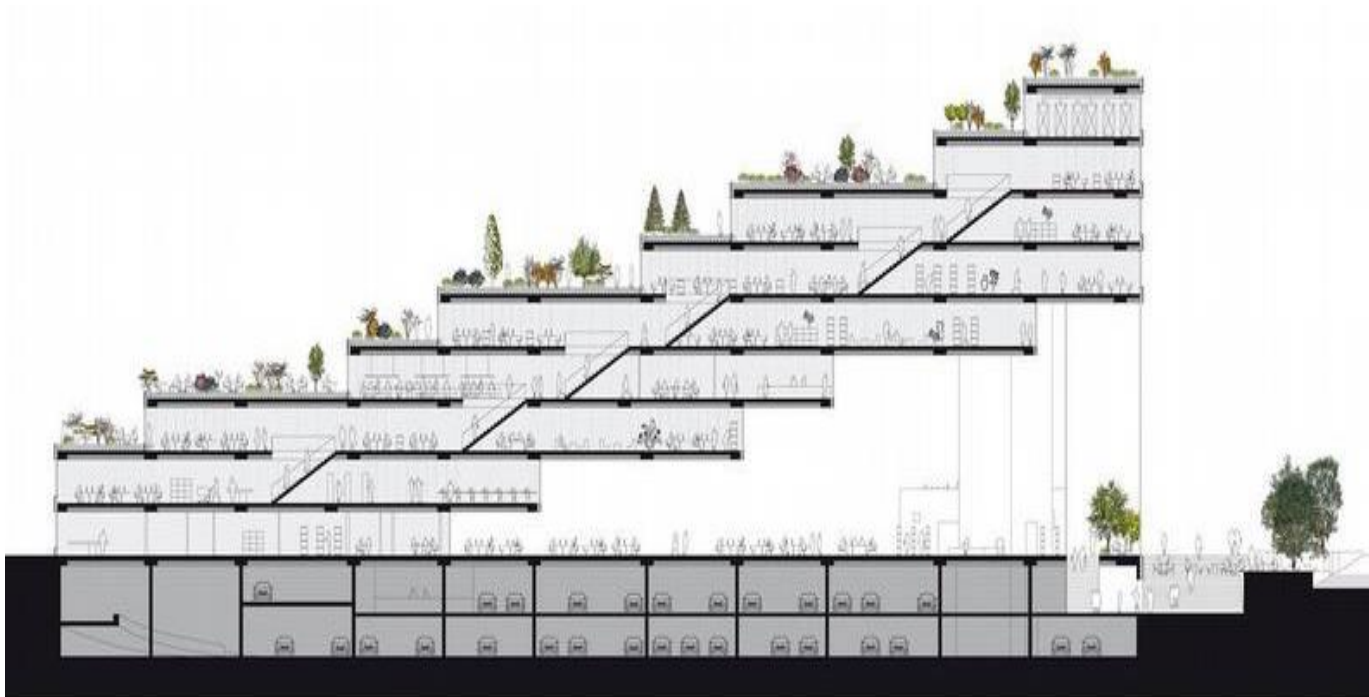


Figura 20: Sección edificio Sozawe.

- **Premios y menciones:** El edificio ha sido reconocido en varias ocasiones por su diseño innovador y sostenible, recibiendo premios de arquitectura y diseño. El proyecto de SOZawe de NL Architects es un ejemplo destacado de cómo la arquitectura puede combinar funcionalidad, estética y sostenibilidad para crear un edificio que no solo cumple con su propósito, sino que también mejora su entorno y proporciona beneficios adicionales a la comunidad.

Tabla 12: Aplicación de principios

| Aspecto | Edificio SOZawe | Propuesta de la Tesis | Contribución de SOZawe a la Tesis |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Diseño Sostenible | Implementa recolección de agua de lluvia y materiales sostenibles. | Enfoque en la sostenibilidad mediante energías renovables. | Aporta estrategias prácticas de sostenibilidad que pueden ser replicadas. |
| Integración de Energía Renovable | No se centra en paneles solares, pero busca eficiencia energética. | Integración de paneles solares en cubiertas y fachadas. | Inspiración para incluir tecnologías de energía renovable en el diseño. |
| Uso de Iluminación Natural | Maximiza la entrada de luz natural para reducir el uso de iluminación artificial. | Diseño que optimiza la iluminación natural y la ventilación. | Refuerza la necesidad de maximizar la luz natural en el diseño arquitectónico. |
| Flexibilidad en el Diseño | Espacios interiores adaptables para diferentes configuraciones de trabajo. | Creación de espacios multifuncionales en el edificio. | Ejemplo de cómo diseñar espacios que se adapten a las necesidades de los residentes. |
| Accesibilidad e Inclusividad | Cumple altos estándares de accesibilidad para personas con discapacidades. | Diseño inclusivo que asegura accesibilidad para todos los residentes. | Proporciona un modelo para garantizar la accesibilidad en el diseño. |
| Interacción Social y Espacios Comunes | Incluye espacios públicos que fomentan la interacción social. | Integración de áreas comunes para la convivencia. | Inspira la creación de espacios que promueven la cohesión social. |
| Impacto Urbano | Diseñado para integrarse armoniosamente en el entorno urbano. | Consideración del contexto local en el diseño arquitectónico. | Aporta un enfoque en la integración con el entorno, mejorando la calidad urbana. |

Fuente: Elaboración propia

2.10 Tabla matriz resumen

Tabla 13: Tabla matriz resumen

| Aspecto/Proyecto | Glanhof 1 | Marina del Prat Vermell | SOZAWE | Edificio Terrazas Tadeo | Propuesta de la Tesis |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diseño Sostenible | Cumple con los estándares de arquitectura pasiva (Passivhaus). | Uso de estrategias bioclimáticas integradas en el diseño. | Implementa sistemas de recolección de agua pluvial y estrategias de sostenibilidad. | Dos torres gemelas con diversas tipologías de viviendas y un enfoque en la integración contextual con el entorno urbano. | Enfoque en la sostenibilidad mediante la implementación de energías renovables y diseño bioclimático . |
| Integración de Energía Renovable | Integración de paneles solares fotovoltaicos en techos y fachadas. | Potencial para la incorporación de paneles solares en el diseño. | Aunque no se centra en paneles solares, sigue un enfoque de eficiencia energética integral. | No se especifica el uso de paneles solares, pero se destaca la eficiencia térmica y la recolección de agua. | Implementación de paneles solares en techos y fachadas para maximizar la captación solar. |
| Uso de Iluminación Natural | Ventanas de gran formato y diseño orientado que maximizan la entrada de luz natural . | Diseño que favorece la iluminación natural mediante una adecuada orientación. | Ventanas diseñadas para optimizar la iluminación natural y reducir el uso de luz artificial. | Utiliza iluminación y ventilación natural-cruzada , y recolección de agua pluvial, además de una estructura que optimiza el confort térmico . | Diseño que maximiza la iluminación natural y la ventilación cruzada para mejorar el confort térmico. |
| Flexibilidad en el Diseño | Diseño modular que permite configuraciones adaptativas . | Espacios diseñados para fomentar la interacción social y flexibilidad funcional. | Espacios interiores flexibles que facilitan configuraciones diversas. | Diseño multifamiliar que prioriza la flexibilidad funcional y la adaptabilidad al contexto urbano de San Sebastián, Cuenca. | Creación de espacios multifuncionales en el edificio que permiten una adaptación a las necesidades de los residentes. |
| Accesibilidad e Inclusividad | Diseñado para ser universalmente accesible . | Zonas comunes que promueven la convivencia y la | Cumple con altos estándares de accesibilidad para | Puede incorporar principios de diseño inclusivo para | Diseño que asegura la accesibilidad universal para |

| | | | | | |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | accesibilidad para todos. | personas con discapacidades. | asegurar la accesibilidad en todas las áreas. | todos los residentes, fomentando la inclusión. |
| Interacción Social y Espacios Comunes | Espacios comunitarios y patios internos que fomentan la convivencia social . | Patios interiores y pasajes que crean un ambiente propicio para la interacción . | Espacios públicos que promueven la interacción social y la comunidad. | Diseñado para fomentar la interacción social a través de espacios comunes y áreas de convivencia. | Integración de áreas comunes que mejoren la calidad de vida y la cohesión social entre los residentes. |
| Impacto Urbano | Diseñado para integrarse armónicamente en el contexto urbano . | Mejora del tejido urbano mediante la densificación y la sostenibilidad. | Diseñado para una integración armoniosa en el entorno urbano. | Diseñado para integrarse de manera sinérgica con el entorno urbano, mejorando la calidad del espacio público. | Consideración del contexto local y del tejido urbano en el diseño arquitectónico para mejorar la habitabilidad. |
| Materialidad Sostenible | Uso de madera y materiales de construcción ecológicos. | Uso de materiales de bajo impacto ambiental en su construcción. | Materiales sostenibles que contribuyen a la reducción de la huella de carbono . | Puede incluir el uso de materiales locales para promover la sostenibilidad y la estética del diseño. | Uso de materiales locales y sostenibles en la construcción para optimizar la eficiencia energética. |

Fuente: Elaboración propia

2.10.1 Conclusiones de la Matriz:

- **Sostenibilidad y Eficiencia Energética:** Todos los proyectos demuestran un fuerte compromiso con la sostenibilidad, utilizando diversas estrategias arquitectónicas y tecnológicas.
- **Interacción Social:** La creación de espacios que fomentan la interacción social es un elemento clave en todos los proyectos, subrayando la importancia del diseño centrado en la comunidad.
- **Integración en el Entorno Urbano:** Cada proyecto está diseñado para integrarse adecuadamente en su contexto urbano, lo que contribuye a mejorar la calidad de vida de los residentes.

CAPITULO III

CAPITULO III

3.1 Ubicación estratégica y zonificación urbana

- **Densificación en áreas consolidadas:** La ubicación del terreno dentro de una zona urbana consolidada contribuye a una estrategia de desarrollo que busca densificar áreas ya urbanizadas, en lugar de fomentar la expansión hacia las periferias, lo que suele generar problemas como mayor consumo de suelo, destrucción de áreas naturales, y elevados costos de infraestructura. Al desarrollar en una zona donde ya existen edificaciones, se optimizan los servicios y equipamientos urbanos, minimizando el impacto ambiental y reduciendo la presión sobre áreas rurales o naturales cercanas.
- **Conformidad con planes urbanos:** Las normativas locales de urbanismo muchas veces favorecen proyectos que promuevan un uso eficiente del suelo en áreas residenciales consolidadas, ya que ayudan a mitigar el desorden urbano, fomentando un crecimiento más controlado y sostenible.

3.2 Impacto ambiental positivo

- **Evitar la expansión descontrolada:** Al construir en un terreno dentro de la ciudad, se previene el uso de suelo virgen o la invasión de áreas verdes o agrícolas en las periferias. Esto ayuda a proteger los ecosistemas locales, a reducir la fragmentación de hábitats, y a mantener la biodiversidad. La expansión urbana en las periferias también suele generar más emisiones de CO₂ por el mayor uso de vehículos privados.
- **Sostenibilidad energética:** La ubicación del terreno sin obstáculos naturales o artificiales para la captación de luz solar, permite optimizar la implementación de paneles solares. El proyecto aprovecha la energía solar para reducir el consumo energético de fuentes no renovables, alineándose con objetivos globales de sostenibilidad y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

3.3 Acceso a infraestructura y transporte

- **Infraestructura urbana existente:** Al tratarse de una zona urbanizada, ya se cuenta con acceso a servicios públicos como agua, electricidad, saneamiento, y telecomunicaciones, lo que reduce la necesidad de invertir en infraestructura nueva, algo que sería mucho más costoso si el proyecto se realizara en una zona periférica.
- **Transporte público y movilidad urbana:** La cercanía a rutas de transporte público, ciclovías y accesos vehiculares hace que el edificio sea más accesible,

promoviendo la movilidad sostenible. Esto también reduce la dependencia de automóviles particulares, disminuyendo el tráfico y las emisiones de carbono en la ciudad.

3.4 Alta demanda y necesidad de vivienda

- **Demanda de departamentos en zonas céntricas:** La excelente ubicación del terreno dentro de una zona residencial de alta demanda justifica la creación de un proyecto multifamiliar. Las áreas centrales suelen ser atractivas para las personas debido a su proximidad con lugares de trabajo, servicios, y áreas recreativas. Esta demanda permite que un proyecto en un terreno privado sea rentable y útil tanto para inversionistas como para la comunidad, al satisfacer las necesidades habitacionales sin extender la mancha urbana.
- **Diversificación del mercado inmobiliario:** Proyectos de este tipo no solo contribuyen a la oferta de vivienda en zonas urbanas de alta demanda, sino que también pueden mejorar la calidad de vida en la ciudad al ofrecer opciones de vivienda sostenibles y accesibles. En este caso, el proyecto de un edificio multifamiliar eficiente energéticamente no solo se adapta a la demanda del mercado, sino que también promueve una tipología de vivienda más ecológica.

3.5 Aprovechamiento de la luz solar y el diseño bioclimático

- **Condiciones de soleamiento favorables:** La orientación y condiciones de ubicación del terreno favorecen la captación de luz solar, lo que maximiza la eficiencia de los paneles solares que se planean instalar en el edificio. Esta condición no siempre se encuentra en terrenos periféricos o con mayor infraestructura que genere sombras. La implantación del edificio en una zona donde puede recibir luz solar directa es esencial para el éxito del diseño bioclimático y la eficiencia energética del proyecto, contribuyendo a su rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo.
- **Diseño adaptado a las condiciones climáticas:** La utilización de estrategias bioclimáticas en el diseño del edificio, como la maximización del aprovechamiento solar y la ventilación natural, permiten reducir la demanda energética para calefacción y refrigeración, lo cual no solo es más ecológico, sino que reduce costos operativos a largo plazo.

3.6 Eficiencia económica y beneficios locales

- **Menores costos de infraestructura:** Realizar el proyecto en un terreno ya urbanizado implica una significativa reducción de los costos asociados a la creación de nueva infraestructura. Esto hace que el proyecto sea más económicamente viable y ofrezca un retorno de inversión más rápido.
- **Impacto económico en la comunidad:** La construcción y puesta en marcha del edificio generará empleos directos e indirectos, tanto en la fase de edificación como en la operación y mantenimiento del mismo. Además, al atraer residentes a una zona bien conectada y con acceso a servicios, se incrementa el consumo local, beneficiando a los comercios y servicios cercanos.
- **Incremento del valor de la zona:** Un desarrollo inmobiliario de estas características puede aumentar el valor de la propiedad en la zona y estimular la inversión en otras áreas urbanas circundantes, mejorando la calidad del entorno.

3.7 Impacto social y urbano positivo

- **Evitar la segregación urbana:** Al concentrar el desarrollo en áreas urbanas ya existentes, se contribuye a evitar la segregación de la ciudad, donde las clases sociales más altas se desplazan hacia áreas periféricas, mientras que las áreas centrales pueden quedar deterioradas. Mantener un desarrollo equilibrado y sostenible en las zonas céntricas permite fomentar una mayor cohesión social y mejores condiciones de vida para todos los habitantes.
- **Accesibilidad y calidad de vida:** Un proyecto en una zona céntrica y bien conectada mejora la accesibilidad para sus habitantes a todos los servicios y recursos urbanos, lo que aumenta la calidad de vida. Además, al ser un edificio con características sostenibles, se promueve un estilo de vida más consciente y eficiente desde el punto de vista energético y ambiental.

En resumen, la realización del proyecto en un terreno privado en una zona urbanizada y céntrica responde a una lógica de eficiencia urbana, sostenibilidad ambiental, y beneficios económicos y sociales, al tiempo que contribuye al desarrollo armónico de la ciudad.

Tabla 14: Análisis del proyecto

| Criterio | Justificación | Fuente |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Número de usuarios | El número de usuarios se define en función de la capacidad del edificio para albergar familias en departamentos de diferentes tamaños (entre 50 m ² y 120 m ²). Se calculó una densidad promedio permitida | Tesis, normativa local y análisis de distribución(TESIS FINAL ENTREGA) |

| | | |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | por la normativa local, asegurando que no se exceda la cantidad máxima permitida por metro cuadrado, lo que garantiza confort y evita sobrecarga en el uso de los servicios y las infraestructuras. | |
| Capacidad Energética | La implementación de paneles solares en el edificio fue dimensionada para cubrir el 100% del consumo energético de las áreas comunes y alrededor del 50% del consumo total del edificio . Esto permite acomodar una mayor cantidad de usuarios sin exceder la capacidad de autosuficiencia energética. Los paneles solares garantizan la reducción de costos energéticos y dependencia de la red pública. | Tesis, cálculo energético y dimensionamiento de paneles solares.(TESIS FINAL ENTREGA)(TESIS FINAL ENTREGA) |
| Superficie de Construcción Total | La superficie total construida del edificio está optimizada según las regulaciones municipales de densidad y altura máxima permitida para proyectos multifamiliares. El proyecto incluye 10 plantas , con áreas comunes y departamentos. Se diseñan zonas verdes en terrazas y áreas recreativas, lo que mejora el uso de la superficie disponible sin afectar el confort de los residentes. | Tesis, análisis de terreno y normativa municipal(TESIS FINAL ENTREGA)(TESIS FINAL ENTREGA) |
| Distribución de espacios | El proyecto se distribuye en diversas zonas funcionales que incluyen gimnasio , lobby , salón de eventos , lavandería , farmacia , oficinas administrativas y áreas residenciales. Estos espacios no solo sirven a los residentes, sino que también permiten optimizar el uso del edificio, asegurando que todos los usuarios tengan acceso a servicios esenciales sin saturar las áreas comunes o privadas. | Tesis, organización de espacios(TESIS FINAL ENTREGA) |
| Zonificación y Normativa | La zonificación del terreno se ajusta a las normativas vigentes, permitiendo una construcción vertical que maximiza el uso del terreno y minimiza la expansión horizontal, característica de la ciudad de Cuenca. El proyecto busca también preservar áreas verdes y mejorar la calidad de vida de los residentes mediante un diseño bioclimático que favorezca la ventilación y el uso de luz natural en cada uno de los pisos. | Tesis, zonificación y ordenanzas locales(TESIS FINAL ENTREGA) |
| Eficiencia Energética y Ambiental | El edificio cuenta con una orientación adecuada para maximizar la captación de luz solar. El uso de materiales aislantes de alto rendimiento térmico reduce la necesidad de calefacción o aire acondicionado, lo que optimiza el uso de energía en cada departamento. Las estrategias bioclimáticas permiten un uso más eficiente de los recursos | Tesis, estrategias bioclimáticas y eficiencia energética(TESIS FINAL ENTREGA)(TESIS FINAL ENTREGA) |

| | | |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| | naturales, minimizando el impacto ambiental por el consumo energético. | |
| Impacto Social y Urbano | El proyecto aborda las necesidades sociales y urbanas de Cuenca, proporcionando un edificio multifamiliar que contribuya a la solución de la creciente demanda de vivienda en la ciudad. Además, el diseño está alineado con las nuevas políticas municipales que promueven la densificación urbana para evitar la expansión descontrolada hacia las áreas periféricas. Esto justifica tanto la superficie ocupada como el número de usuarios. | Tesis, impacto social y urbano(TESIS FINAL ENTREGA)(TESIS FINAL ENTREGA) |
| Espacios Verdes y Calidad de Vida | El proyecto incluye áreas verdes en terrazas y zonas recreativas, mejorando la calidad de vida de los residentes y generando un entorno más habitable y sostenible. La integración de vegetación local en los espacios comunes contribuye a mejorar el bienestar de los usuarios, al mismo tiempo que reduce las emisiones de CO ₂ al equilibrar la huella ecológica del edificio. Estas zonas también favorecen la convivencia social. | Tesis, áreas verdes y sostenibilidad(TESIS FINAL ENTREGA)(TESIS FINAL ENTREGA) |

Fuente: Elaboración propia

3.8 Conclusión

Esta tabla muestra de forma detallada cómo se justifica tanto el número de usuarios como la superficie del proyecto en función de necesidades detectadas y factores clave como la eficiencia energética, la normativa local, la distribución funcional y el impacto social. La combinación de estos aspectos asegura que el proyecto no solo sea sostenible, sino también funcional y alineado con las demandas urbanas actuales de Cuenca (*Ver Tabla 14*).

3.9 Aspectos generales.

3.9.1 Ubicación geográfica.

El terreno seleccionado para el diseño de un edificio de vivienda multifamiliar eficiente energéticamente mediante la implementación de paneles solares se encuentra en la parroquia urbana de San Sebastián, específicamente en la Zona 17 M de Cuenca, Ecuador (Ver Figura 21).

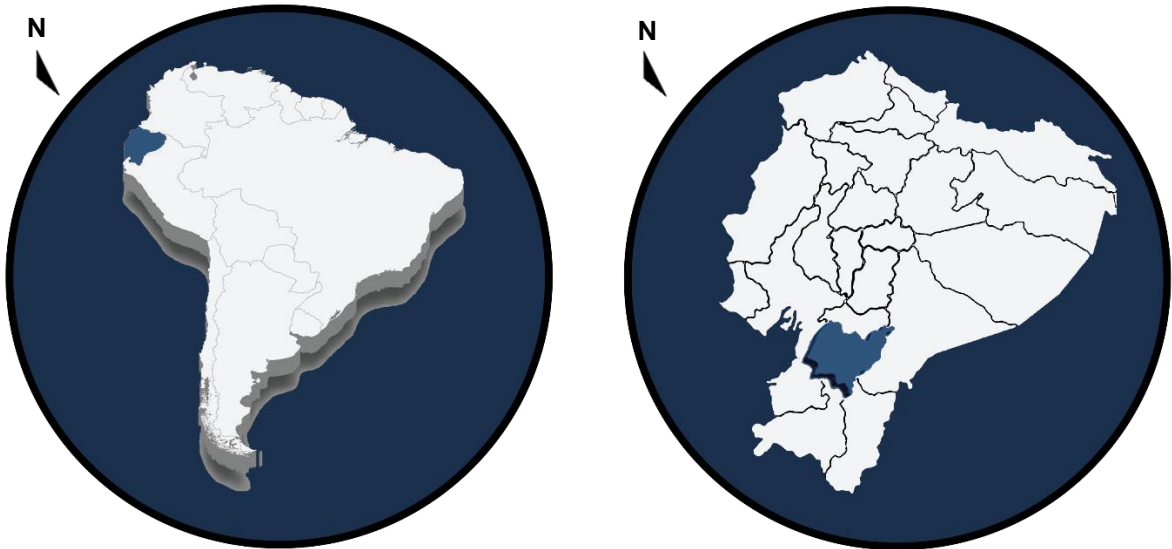


Figura 21: Ubicación de Ecuador – ubicación de la ciudad de Cuenca

Fuente: Elaboración propia

Cuenca es una ciudad situada en el sur de Ecuador, en la región interandina, siendo la capital de la provincia de Azuay. Geográficamente, está ubicada en un valle de la cordillera de los Andes a una altitud de aproximadamente 2,500 metros sobre el nivel del mar.

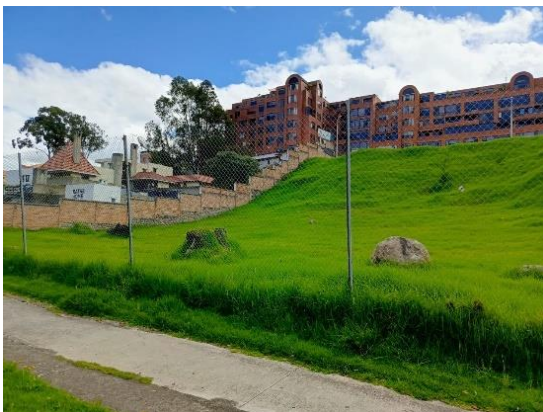




Figura 22: Fotos del sitio.

Fuente: Elaboración propia

La clave catastral del terreno es 0702032095000, el predio abarca una superficie de 2880 m², tiene un frente de 130.94 metros y un índice de construcción de 0.95. Sus coordenadas son Este 720096.64 m y Norte 9680221.16 m, situándose estratégicamente entre las vías Gran Colombia y Unidad Nacional (Ver Figura 23).

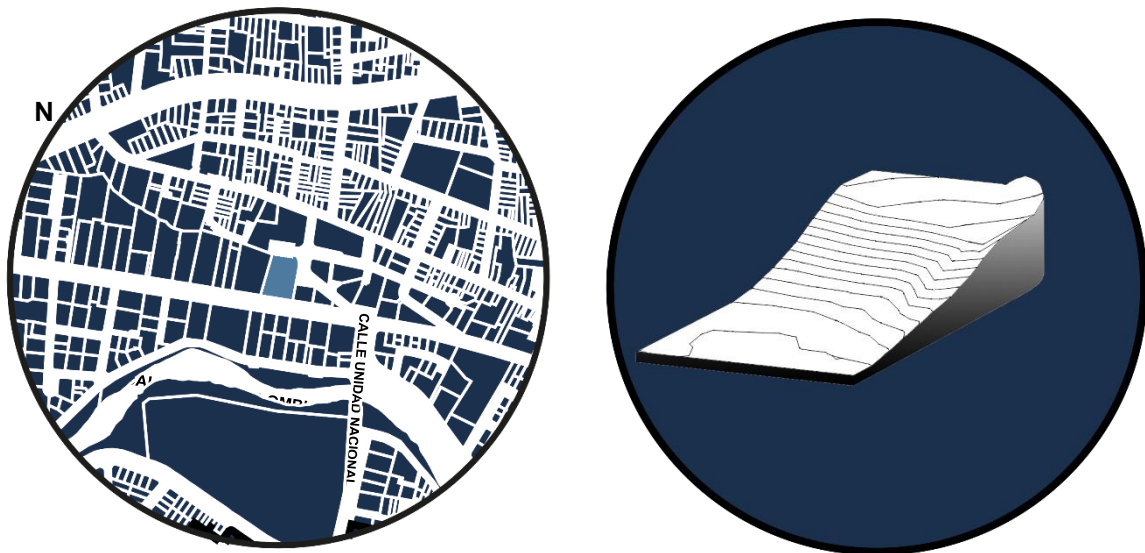


Figura 23: Ubicación del predio - topografía del terreno.

Fuente: Elaboración propia

3.9.2 Topografía.

3.9.2.1 Curvas de Nivel:

El terreno cuenta con 15 curvas de nivel, donde cada curva representa un metro de diferencia en elevación. Estas curvas permiten visualizar la pendiente del terreno y sus variaciones en altitud de manera detallada (Ver Figura 24).



Figura 24: Curvas de nivel del terreno.

Fuente: Elaboración propia

3.9.3 Altitudes.

Las altitudes están indicadas en las curvas de nivel y muestran una variación que va desde los 2558.00 metros hasta los 2566.00 metros. Esto indica que el terreno tiene una pendiente suave, lo que es ideal para diversos usos y diseños arquitectónicos (Ver Figura 25).

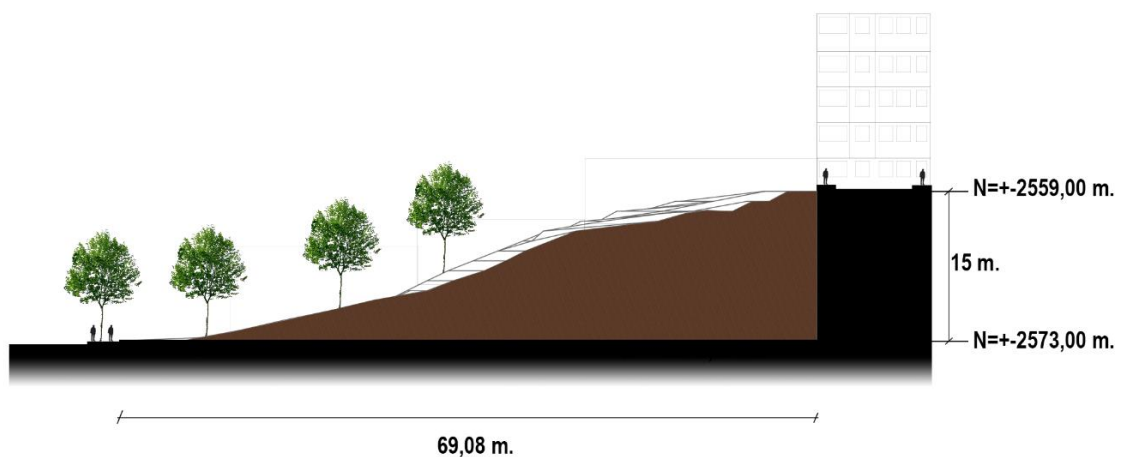


Figura 25: Altitudes del terreno.

Fuente: Elaboración propia.

3.9.4 Levantamiento topográfico.

El levantamiento topográfico muestra 15 curvas de nivel con elevaciones de 2559.00 a 2573.00 metros y dimensiones de 64.093, 48.120, 53.075 y 29.332 metros, revelando las variaciones de la elevación. Se presenta un modelo tridimensional, ilustrando visualmente la pendiente y la topografía del terreno (Ver Figura 26).

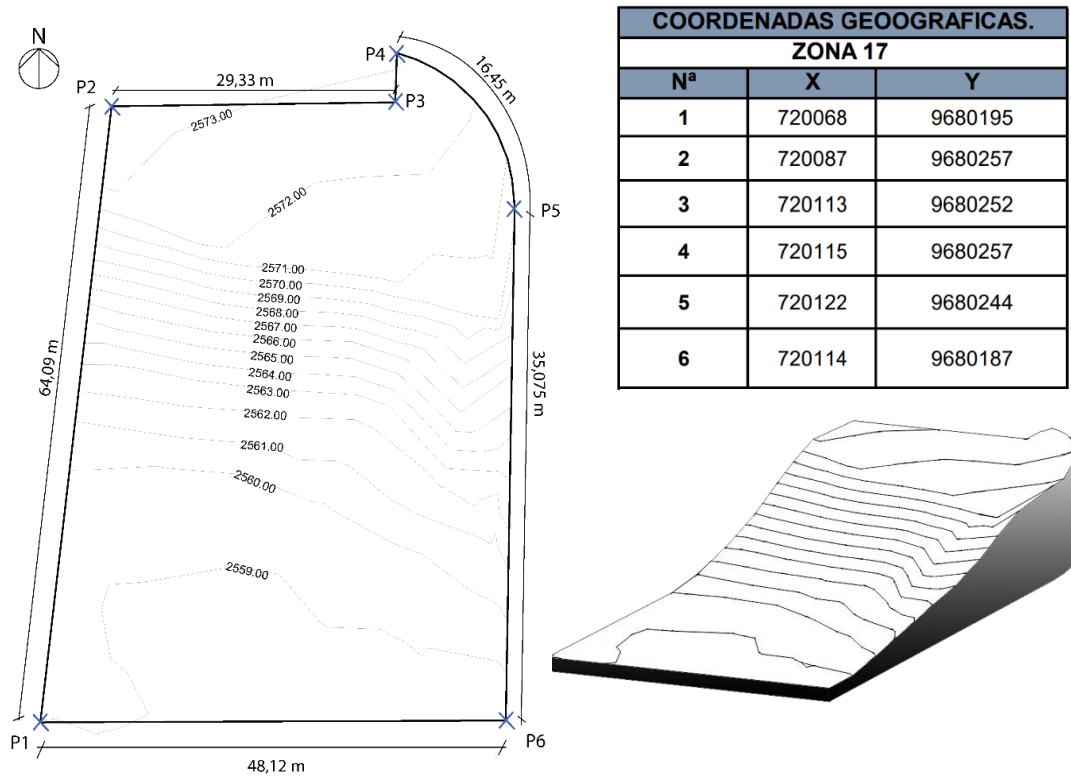
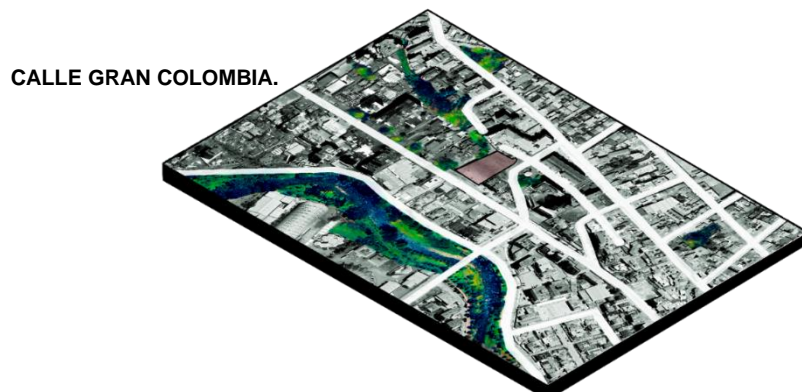


Figura 26: Levantamiento topográfico del terreno.

Fuente: Elaboración propia

3.9.5 Vegetación.

En el sector de la Gran Colombia, la vegetación es escasa. Sin embargo, a lo largo del río Tomebamba, la vegetación se caracteriza por la presencia de varias especies nativas y endémicas. Estas especies forman pequeños remanentes de vegetación nativa que aún persisten en las riberas del río Tomebamba, particularmente en las zonas periurbanas de Cuenca (Ver Figura 27).



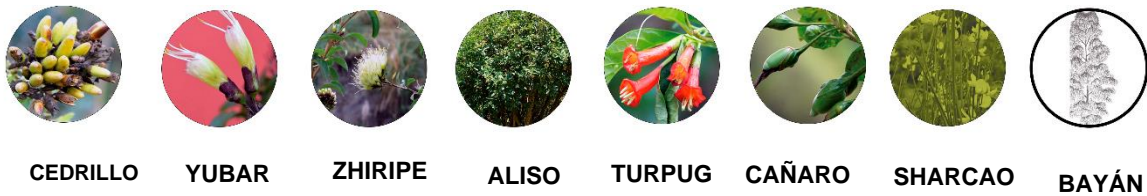


Figura 28: Ubicación del tipo de vegetación de la zona.

Figura 27: Tipos de vegetación.

Fuente: Elaboración propia

Según Minga V & Verdugo D (2016); estas especies pueden ser incorporadas en el diseño paisajístico del proyecto para crear un entorno natural que no solo embellezca el espacio, sino que también ofrezca importantes beneficios ecológicos y funcionales. A continuación, se detalla cómo cada especie puede contribuir al diseño arquitectónico:

- **Cedrillo (*Phyllanthus salviifolius*):** Esta especie, conocida por sus propiedades medicinales y capacidad de adaptación, puede ser utilizada en áreas de jardines y espacios verdes comunes. Su presencia puede mejorar la salud y el bienestar de los residentes al proporcionar sombra y frescura.
- **Yubar (*Myrsine andina*) y Zhiripe (*Myrsine dependens*):** Estos árboles son esenciales para la fauna local, ofreciendo alimento y refugio para diversas especies animales. Incluirlos en el diseño ayudará a fomentar la biodiversidad y crear un micro ecosistema equilibrado.
- **Aliso (*Alnus acuminata*):** Árbol conocido por su capacidad de fijar nitrógeno en el suelo, mejorando así la fertilidad del mismo. Su inclusión en áreas ajardinadas puede contribuir a la salud del suelo y apoyar el crecimiento de otras plantas.
- **Turpug, Cañaro, Sharcao y Bayán:** Aunque menos comunes, estas especies son igualmente importantes para la diversidad biológica y la estabilidad de los ecosistemas ribereños. Integrarlas en el diseño puede añadir valor estético y funcional al proyecto, proporcionando materiales para usos artesanales y fortaleciendo las conexiones ecológicas.

3.9.6 Climas y condiciones meteorológicas

El análisis de la carta solar es una herramienta fundamental en el diseño arquitectónico eficiente, especialmente cuando se busca optimizar el uso de la luz solar y la energía en un edificio. La carta solar proporciona una representación gráfica de la trayectoria del sol en una ubicación geográfica específica a lo largo de diferentes fechas del año. El estudio examina la carta solar para la ubicación geográfica con las coordenadas

de latitud -2.8814° y longitud -79.0290° , que corresponde a la ciudad de Cuenca, Ecuador (Ver Figura 29).

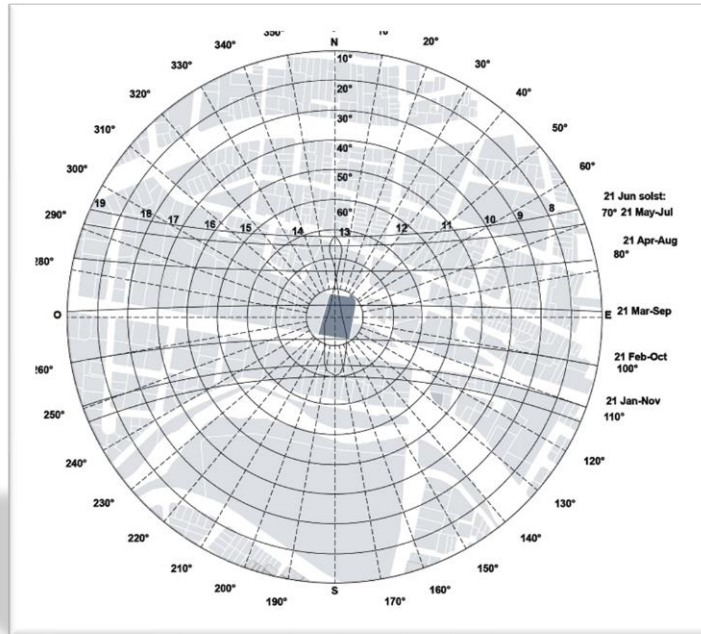


Figura 29: Clima y condiciones meteorológicas.

Fuente: Elaboración propia

3.9.7 Análisis de la carta solar.

Latitud y Longitud: La ubicación geográfica especificada en el gráfico es:

- Latitud: -2.8814°
- Longitud: -79.0290°

Fecha y Hora: El gráfico muestra la posición del sol para tres fechas diferentes:

- 21 de diciembre (solsticio de invierno)
- 17 de marzo (equinoccio de primavera)
- 21 de junio (solsticio de verano)

Ángulos Solares:

- **Elevación:** El ángulo de elevación del sol desde el horizonte, variando de 0° (horizonte) a 90° (zenit).
- **Azimut:** La dirección cardinal desde la cual el sol aparece en el horizonte, medida en grados desde el norte (0°).

Trayectoria Solar:

- La línea naranja en la carta solar representa la trayectoria del sol durante el día.
- La posición del sol cambia a lo largo del año, alcanzando diferentes alturas en el cielo.

3.9.8 Soleamiento.

Cuenca, situada en el altiplano andino de Ecuador, es conocida por su clima templado y su rica herencia cultural. Ubicada a aproximadamente 2.9 grados al sur del ecuador y a una altitud de 2,560 metros sobre el nivel del mar, estas características geográficas influyen significativamente en la trayectoria solar y la cantidad de radiación solar que recibe la ciudad durante el año. Comprender estos patrones solares es crucial para diseñar edificios eficientes y sostenibles, especialmente en proyectos como el propuesto en la tesis titulada *"Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante la Implementación de Paneles Solares"*.

El diagrama solar proporcionado muestra la trayectoria del sol en tres momentos clave del día: a las 8:00 am, a las 12:00 pm (mediodía) y a las 5:00 pm. Un diagrama es vital para entender cómo la luz solar incide sobre el terreno propuesto y cómo las sombras proyectadas varían a lo largo del día. Las direcciones cardinales (Norte, Sur, Este y Oeste) están claramente marcadas en el diagrama, lo que es esencial para una planificación arquitectónica precisa.

Para la ubicación de los paneles solares en un edificio multifamiliar, es fundamental considerar tanto la orientación como la inclinación de los paneles para maximizar su eficiencia. En el hemisferio sur, donde se encuentra Cuenca, los paneles solares deben orientarse hacia el norte para recibir la mayor cantidad de luz solar directa a lo largo del día. Además, la inclinación óptima de los paneles debe ajustarse a la latitud de Cuenca, es decir, alrededor de 2.9 grados. Sin embargo, para maximizar la eficiencia durante todo el año, es recomendable ajustar la inclinación de los paneles a un ángulo ligeramente mayor, entre 10 y 15 grados (Ver Figura 30).

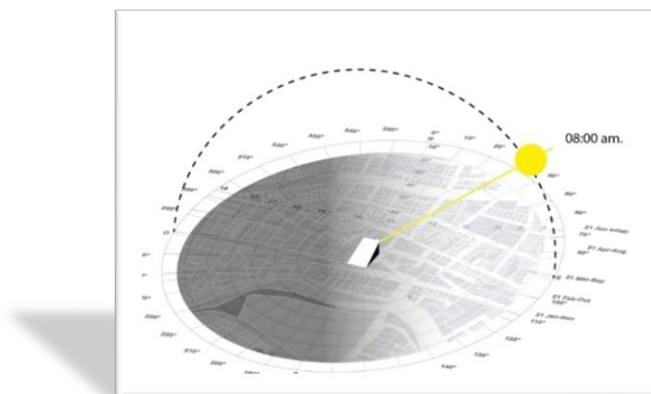


Figura 30: Diagrama de soleamiento

Fuente: Elaboración propia

Soleamiento a las 08:00 am

El diagrama solar muestra la posición del sol a las 08:00 am, cuando el sol se encuentra en una posición baja en el horizonte. La sombra proyectada por el edificio es larga y se extiende hacia el oeste. Esta información es crucial para el diseño de fachadas y la ubicación de ventanas para maximizar la luz natural matutina y minimizar el deslumbramiento (Ver Figura 31).

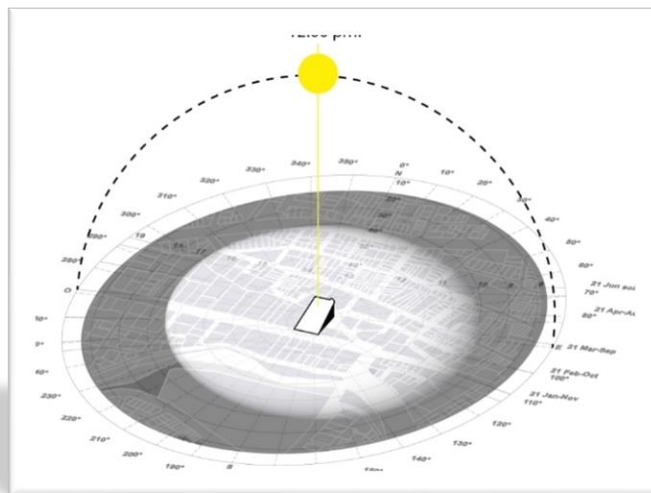


Figura 31: Diagrama de soleamiento a las 08:00am

Fuente: Elaboración propia

Diagrama solar a las 12:00 pm (mediodía)

A mediodía, el sol está en su punto más alto en el cielo, proyectando sombras mínimas directamente hacia el norte. Momento es crucial para entender la máxima exposición solar de las superficies horizontales, como los techos. Los paneles solares deben estar orientados de manera que puedan captar la mayor cantidad de radiación solar durante estas horas centrales del día.

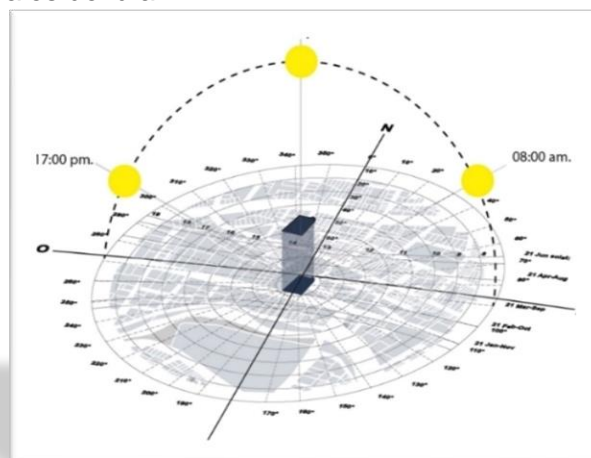


Figura 32: Diagrama solar a las 12:00 pm (mediodía)

Fuente: Elaboración propia.

Soleamiento a las 05:00 pm

Para la ubicación de los paneles solares en un edificio multifamiliar, es fundamental considerar tanto la orientación como la inclinación de los paneles para maximizar su eficiencia. En el hemisferio sur, donde se encuentra Cuenca, los paneles solares deben orientarse hacia el norte para recibir la mayor cantidad de luz solar directa a lo largo del día. Además, la inclinación óptima de los paneles debe ajustarse a la latitud de Cuenca, es decir, alrededor de 2,9 grados. Sin embargo, para maximizar la eficiencia durante todo el año, es recomendable ajustar la inclinación de los paneles a un ángulo ligeramente mayor.

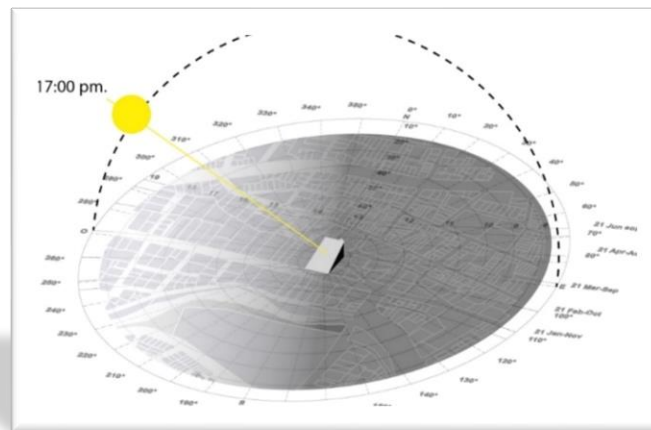


Figura 33: Soleamiento a las 05:00 pm

Fuente: Elaboración propia

3.9.9 Vientos.

Características de los Vientos en Cuenca.

Los vientos en Cuenca suelen soplar principalmente de este a oeste, moviéndose a través del valle y guiados por la topografía andina. Estos vientos pueden variar en intensidad durante el año, siendo más moderados en general, pero ocasionalmente se intensifican, especialmente durante la temporada de lluvias. En la temporada seca, de junio a septiembre, los vientos son más constantes y suaves (*Ver Figura 34*).



Figura 34: Vientos en Cuenca

Fuente: Elaboración propia

3.9.10 La Influencia del Río Tomebamba y los Vientos en el Diseño del Edificio.

Diseñar un edificio multifamiliar cerca del río Tomebamba implica tomar en cuenta no solo la dirección e intensidad del viento, sino también cómo el río puede afectar el microclima local. A continuación, se presentan algunas recomendaciones para aprovechar estos factores:

- **Orientación del Edificio:** Para maximizar la ventilación natural, es fundamental orientar el edificio de manera que aproveche los vientos predominantes del este. Al colocar ventanas y aberturas principales en esta dirección, se mejora la circulación del aire, lo que reduce la necesidad de sistemas de ventilación y enfriamiento artificiales.
- **Beneficio del Río Tomebamba:** La proximidad al río puede moderar las temperaturas y aumentar la humedad del aire, lo que puede ser aprovechado para mejorar el confort térmico del edificio. Diseñar sistemas de ventilación que capten la brisa del río puede contribuir a una atmósfera interior más fresca y agradable.
- **Diseño de Fachadas y Aberturas:** Incorporar ventanas cruzadas, rejillas y persianas ajustables en las fachadas este y oeste permitirá controlar mejor el flujo de aire, manteniendo una temperatura interna confortable. Esto también ayudará a disminuir el consumo de energía relacionado con la climatización.

- **Protección contra Vientos Fuertes:** En áreas donde los vientos pueden ser más intensos, es recomendable utilizar barreras naturales, como vegetación densa, o artificiales, como pantallas protectoras. Esto ayudará a proteger las áreas exteriores del edificio y crear espacios más agradables para los residentes.
- **Diseño de Espacios Exteriores:** Crear áreas comunes y espacios recreativos en lugares estratégicos donde los vientos sean menos intensos mejorará el confort y la habitabilidad. Integrar patios interiores y jardines protegidos del viento puede generar microclimas agradables y ofrecer lugares de descanso y socialización para los residentes.

3.9.11 Precipitaciones.

Según Brito Zhañay (2018), en la subcuenca del río Yanuncay, ubicada en la provincia de Azuay, Ecuador, se registraron variaciones significativas en las precipitaciones durante el año 2016. La investigación reveló que las lluvias anuales fluctuaron entre 500 mm y 2000 mm, con una humedad relativa que varía del 65% al 85%. Las estaciones pluviométricas estudiadas incluyeron Huizhil, Yanuncay en Pucán, Soldados PTAR, Izhcairumi, y Ventanas. Los volúmenes anuales de precipitación registrados fueron 872.54 mm en Huizhil, 874.08 mm en Yanuncay en Pucán, 731.74 mm en Soldados PTAR, 970.85 mm en Izhcairumi, y 1076.85 mm en Ventanas. Esta variabilidad espacial y temporal es fundamental para la gestión integral del recurso hídrico y la conservación de la cuenca.

3.9.12 Infraestructura y servicios.

Nuestro análisis se centra en las infraestructuras y servicios de una zona específica de Cuenca, evaluando la accesibilidad y conectividad del área para identificar oportunidades y desafíos en el desarrollo urbano sostenible

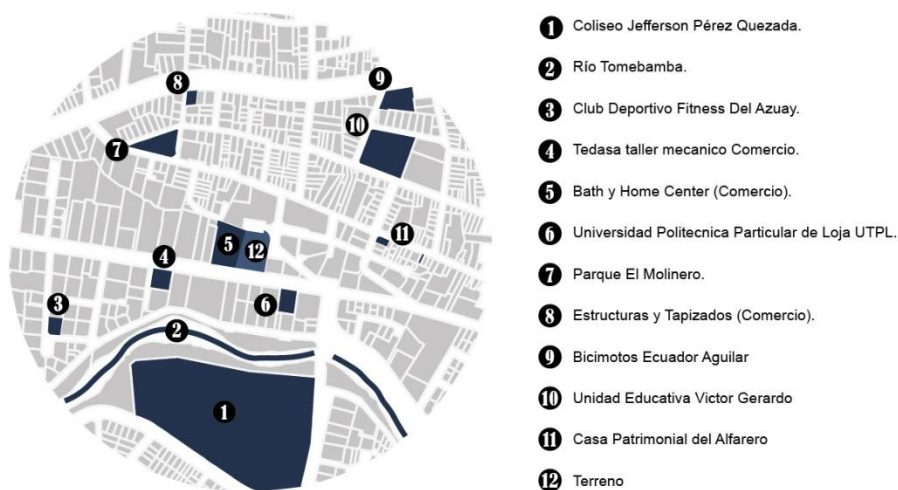


Figura 35: Infraestructura y servicios.

Fuente: Elaboración propia

Puntos Clave:

- Instituciones Educativas
- Centros Comerciales
- Áreas Recreativas
- Servicios Públicos

El plano urbano destaca ubicaciones estratégicas, numeradas y descritas brevemente para facilitar la comprensión del entorno urbano y permitir una evaluación precisa de las condiciones existentes.

Aspectos Evaluados:

- Proximidad a Áreas Verdes
- Centros Educativos
- Instalaciones Deportivas y Comerciales

Mediante el siguiente análisis procedemos a planificar intervenciones que mejoren la eficiencia energética, la movilidad y la sostenibilidad del área, y para diseñar soluciones que respondan a las necesidades locales y promuevan un crecimiento sostenible.

3.9.13 Accesibilidad.

La *Figura 36* proporciona una visión detallada de las infraestructuras viales y redes de transporte público en la zona de Cuenca, alrededor del terreno marcado para nuestro proyecto de diseño de un edificio multifamiliar eficiente en términos energéticos. Las vías principales incluyen la Av. de las Américas, que conecta diversas zonas de Cuenca facilitando el flujo de tráfico de norte a sur, y la Av. 3 de noviembre, que corre paralela al río Tomebamba conectando varios sectores importantes de la ciudad. Entre las vías secundarias, se destacan Luis Pauta, que cruza la Av. de las Américas y facilita el acceso a áreas residenciales y comerciales, Gaspar Sangurima, que corre de este a oeste proporcionando acceso a instituciones educativas, y Gran Colombia, que conecta varias áreas residenciales y comerciales. Las vías terciarias, como Mariscal Lamar, Convención del 45 y Calle Eduardo Crespo Malo, mejoran la conectividad interna y el acceso local.

En cuanto al transporte público, la Línea 3 de autobús recorre Gran Colombia, Unidad Nacional y Av. 3 de noviembre, mientras que la Línea 28 transita por el redondel y la Av. de las Américas. La Línea Roja del Tranvía pasa por Gran Colombia, ofreciendo un transporte eficiente y sostenible.

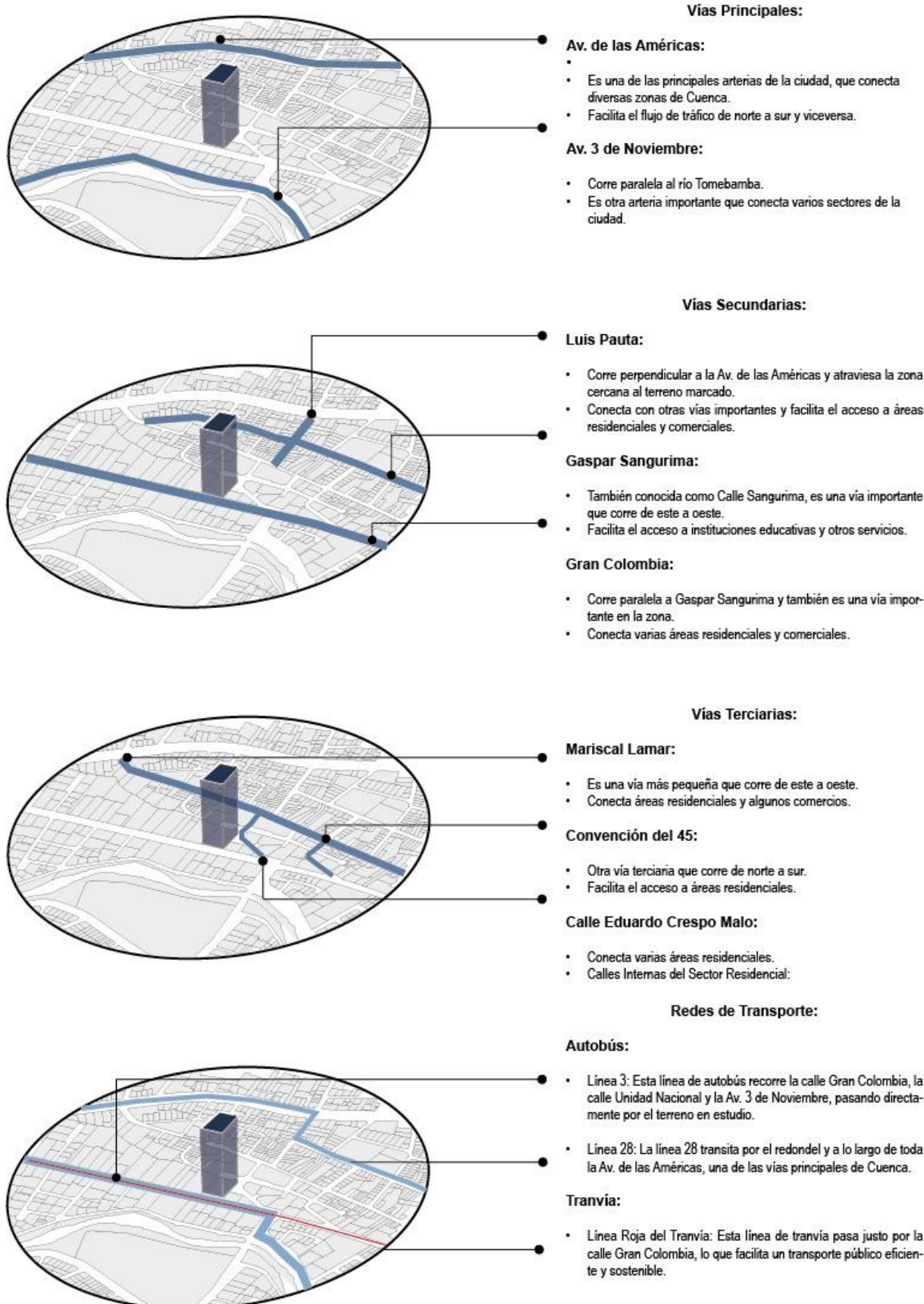


Figura 36: Puntos de accesibilidad del predio.

Fuente: Elaboración propia

3.10 Normativa vigente.

3.10.1 Identificación del predio.

- Clave Catastral: 0702032095000
- Dirección: COLOMBIA L-6/L:6 ENTRE JOSE ASTUDILLO REGALADO Y EDUARDO CRESPO MALO.
- Longitud de Frentes: 130.94 m
- Área Total del Predio: 2880.00 m²
- Área Edificable: 2880.00 m²

Tabla 15: Normativa del predio.

| ACCIONES | LOTE MÍNIMO (M ²) | FRENTE MÍNIMO (M) | DENSIDAD NETA DE VIVIENDAS (DV) | TIPO DE IMPLANTACIÓN | RETIRO FRONTAL (M) | RETIRO LATERAL (M) | RETIRO POSTERIOR (M) | SECCIÓN MÍNIMA DE VÍA (M) |
|---------------|-------------------------------|-------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|
| 1 a 3 pisos | 120 | 6 | 250 | Continua con retiro frontal | 5 | 0 | 3 | - |
| 4 pisos | 300 | 12 | 320 | Aislada | 5 | 3 | 3 | 8 |
| 5 a 7 pisos | 500 | 16 | Mayor o igual a 40 | Aislada | 6 | 4 | 4 | 8 |
| 8 a 9 pisos | 750 | 20 | Mayor o igual a 55 | Aislada | 6 | 5 | 5 | 10 |
| 10 a 11 pisos | 900 | 22 | Mayor o igual a 80 | Aislada | 8 | 7 | 7 | 10 |
| 12 a 13 pisos | 1200 | 25 | Mayor o igual a 100 | Aislada | 8 | 8 | 8 | 14 |

Fuente: Elaboración propia.

3.10.2 Procedimiento general:

Coefficiente de Ocupación del Suelo (COS):

- Se calcula como el porcentaje del área del terreno que puede ser ocupada en planta baja.
- Fórmula

$$COS = \frac{\text{Área de construcción en planta baja}}{\text{Área total del terreno}} \times 100$$

Coefficiente de Utilización del Suelo (CUS):

- Se calcula como el porcentaje del área total del terreno que puede ser utilizado para construir en todas las plantas.
- Fórmula

$$CUS = \frac{\text{Área total de construcción (sumando todas las plantas)}}{\text{Área total del terreno}} \times 100$$

1 a 3 Pisos.

COS (Coeficiente de Ocupación del Suelo)

Si se ocupa el 63.63% del terreno

$$COS = \frac{1833.6 \text{ m}^2}{2880 \text{ m}^2} \times 100$$

$$COS = 63,63\%$$

Coefficiente de Utilización del Suelo (CUS):

CUS para 1 piso

$$CUS = (1 \text{ piso}) = COS = 63,63\%$$

CUS para 2 pisos

$$CUS = (2 \text{ pisos}) = COS \times 2 = 127,26\%$$

CUS para 3 pisos

$$CUS = (3 \text{ pisos}) = COS \times 3 = 190,89\%$$

4 pisos.

COS (Coeficiente de Ocupación del Suelo)

Si se ocupa el 59,05% del terreno

$$COS = \frac{1699,44 \text{ m}^2}{2880 \text{ m}^2} \times 100$$

$$COS = 59,05\%$$

Coefficiente de Utilización del Suelo (CUS):

CUS para 4 pisos

$$CUS = (4 \text{ pisos}) = COS \times 4 = 236,18\%$$

5 a 7 Pisos.

COS (Coeficiente de Ocupación del Suelo)

Si se ocupa el 48,43% del terreno

$$COS = \frac{1393,34 \text{ m}^2}{2880 \text{ m}^2} \times 100$$

$$COS = 48,43\%$$

Coefficiente de Utilización del Suelo (CUS):

CUS para 5 pisos

$$CUS = (5 \text{ pisos}) = COS \times 5 = 242,13\%$$

CUS para 6 pisos

$$CUS = (6 \text{ pisos}) = COS \times 6 = 338,98\%$$

CUS para 7 pisos

$$CUS = (7 \text{ pisos}) = COS \times 7 = 338,98 \%$$

8 a 9 Pisos.

COS (Coeficiente de Ocupación del Suelo)

Si se ocupa el 42,35 % del terreno

$$COS = \frac{1219,68 \text{ m}^2}{2880 \text{ m}^2} \times 100$$

$$COS = 42,35\%$$

Coefficiente de Utilización del Suelo (CUS):

CUS para 8 pisos

$$CUS = (8 \text{ pisos}) = COS \times 8 = 338,81\%$$

CUS para 9 pisos

$$CUS = (9 \text{ pisos}) = COS \times 9 = 381,16\%$$

10 a 11 Pisos.

COS (Coeficiente de Ocupación del Suelo)

Si se ocupa el 21,11 % del terreno

$$COS = \frac{607,97 \text{ m}^2}{2880 \text{ m}^2} \times 100$$

$$COS = 21,11\%$$

Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS):

CUS para 10 pisos

$$CUS = (10 \text{ pisos}) = COS \times 10 = 211,10\%$$

CUS para 11 pisos

$$CUS = (11 \text{ pisos}) = COS \times 11 = 232,21\%$$

3.11 Justificación detallada de la selección del terreno.

3.11.1 Ubicación y accesibilidad

El terreno seleccionado se encuentra en la parroquia urbana de San Sebastián, en la Zona 17 M de Cuenca, Ecuador, entre las vías Gran Colombia y Unidad Nacional. Esta ubicación es estratégica porque proporciona una excelente conectividad y acceso. Las vías principales cercanas facilitan la movilidad, tanto en transporte privado como público, asegurando que los residentes tengan fácil acceso a servicios esenciales como hospitales, escuelas, y centros comerciales (Pérez J. & Sánchez M., 2019).

3.11.2 Condiciones del terreno

- **Topografía:** La pendiente suave del terreno, con altitudes que varían entre 2558.00 metros y 2566.00 metros, es ideal para la construcción. Esto minimiza los costos de nivelación y cimentación, lo que hace que la construcción sea más económica y técnicamente viable (Rodríguez L., 2020). La presencia de 15 curvas de nivel indica una pendiente suave y regular, facilitando el diseño arquitectónico.
- **Tipo de Suelo:** El análisis geotécnico del suelo es crucial para garantizar la estabilidad de la estructura. Un suelo con buena capacidad portante reduce el riesgo de asentamientos diferenciales y asegura la durabilidad del edificio (Martínez P. & Pérez C., 2019).
- **Clima y Condiciones Meteorológicas:** Cuenca tiene un clima templado y una buena disponibilidad de radiación solar durante todo el año. La carta solar específica para Cuenca (latitud -2.8814° , longitud -79.0290°) muestra trayectorias solares que permiten optimizar la orientación y la inclinación de los paneles solares para maximizar la captación de energía (García F. & López S., 2021).

3.11.3 Normativas y regulaciones

- **Zonificación:** El terreno está zonificado para la construcción de edificaciones multifamiliares, conforme a la clave catastral 0702032095000. Según la ordenanza municipal vigente, se permite la construcción de edificios de hasta 13 pisos, lo que se alinea perfectamente con los objetivos del proyecto (Ordenanza de Cuenca., 2023).
- **Ordenanzas Locales:** La normativa de Cuenca especifica los retiros frontal, lateral y posterior, así como los coeficientes de ocupación y utilización del suelo, asegurando que el proyecto cumpla con todas las regulaciones urbanísticas locales (Ordenanza de Cuenca., 2023).

3.11.4 Factibilidad económica

- **Costo del Terreno:** El costo del terreno es competitivo y adecuado para el presupuesto del proyecto. La superficie total de 2880 m² y un frente de 130.94 metros proporcionan suficiente espacio para desarrollar un proyecto de gran escala sin restricciones de espacio (Fernández A., 2022).
- **Costos Adicionales:** Al estar en una zona urbana consolidada, los costos adicionales como impuestos, servicios, y permisos de construcción son predecibles y manejables dentro del presupuesto general del proyecto (Gómez R., 2021).

3.11.5 Impacto ambiental

- **Preservación del Entorno:** El diseño del edificio incluirá prácticas de construcción sostenible y tecnologías de energía renovable, como la implementación de paneles solares fotovoltaicos. Esto reducirá significativamente la huella de carbono del proyecto, promoviendo la sostenibilidad ambiental (Baquero L. & Quesada J, 2016).
- **Vegetación y Fauna:** Aunque la vegetación es escasa en el sector, se incorporarán especies nativas y endémicas en el diseño paisajístico, como el Cedrillo y el Aliso. Estas plantas mejorarán la biodiversidad local y ofrecerán beneficios ecológicos y estéticos (Minga V. & Verdugo D., 2016).

3.11.6 Contexto sociocultural

- **Comunidad Local:** El proyecto se integrará armoniosamente con la comunidad local, mejorando la calidad de vida de los residentes a través de un diseño eficiente y sostenible. La inclusión de espacios verdes y áreas comunes fomentará la cohesión social y la interacción comunitaria (Villavicencio R., 2019).
- **Historia del Área:** San Sebastián es una parroquia con una rica herencia cultural. El diseño del edificio reflejará el patrimonio, utilizando materiales y técnicas constructivas que respeten y resalten la identidad local (Villavicencio R., 2019).

3.11.7 Seguridad y servicios públicos

- **Seguridad:** El terreno está ubicado en una zona con bajos índices de criminalidad, según los reportes de seguridad local, lo cual es un factor importante para la calidad de vida de los residentes (Mendoza T., 2020).
- **Servicios Públicos:** El terreno cuenta con fácil acceso a servicios públicos esenciales, como agua potable, electricidad, alcantarillado y recolección de residuos. Esto garantiza que la infraestructura necesaria ya está disponible y reduce costos y tiempos de implementación (Ríos H, 2021).

3.11.8 Análisis de riesgos.

- **Riesgos Naturales:** Se ha realizado un estudio de riesgos naturales que incluye la evaluación de posibles deslizamientos, inundaciones y sismos. Las conclusiones indican que el terreno está libre de riesgos significativos, asegurando la seguridad a largo plazo de la edificación (Castillo J., 2022).
- **Riesgos Humanos:** Evaluación de posibles riesgos derivados de la actividad humana en la zona, como la proximidad a industrias o vías de alto tráfico, y medidas de mitigación para proteger la salud y seguridad de los futuros residentes (Ortiz S., 2021).

3.11.9 Análisis de viabilidad técnica.

- **Viabilidad de Infraestructura:** Análisis de la disponibilidad y capacidad de las infraestructuras existentes para soportar el nuevo desarrollo, incluyendo caminos, puentes y sistemas de drenaje (Luna M., 2019).
- **Estudios Complementarios:** Estudios adicionales de factibilidad técnica, como análisis de la disponibilidad de materiales de construcción locales y la capacidad de la mano de obra en la región para llevar a cabo el proyecto dentro de los plazos previstos (Ramos D., 2020).

3.11.10 Beneficios económicos para la comunidad.

- **Generación de Empleo:** El proyecto contribuirá a la creación de empleos durante la fase de construcción y después de su finalización, lo que beneficiará a la economía local (Espinoza E., 2021).
- **Desarrollo Económico:** Se espera que el proyecto atraiga inversiones adicionales y mejore la infraestructura circundante, potenciando el desarrollo económico de la zona (Silva G., 2019).

3.11.11 Inclusión de tecnología avanzada.

- **Tecnologías Sustentables:** Además de los paneles solares, se incluirán otras tecnologías sostenibles como sistemas de recolección de agua de lluvia y tecnologías de eficiencia energética en iluminación y climatización (Paredes L., 2021).

- **Innovación en Diseño:** El proyecto incorporará innovaciones en diseño arquitectónico, como fachadas verdes y techos verdes, que mejorarán la eficiencia energética y la estética del edificio (Torres F., 2020).

3.11.12 **Aceptación social y participación comunitaria.**

- **Consulta Ciudadana:** Se han llevado a cabo consultas y reuniones con la comunidad local para obtener retroalimentación y asegurar que el proyecto atiende las necesidades y preocupaciones de los residentes (Mejía A., 2020).
- **Programas de Integración:** El proyecto incluirá programas de integración social, como talleres comunitarios y actividades culturales, para fortalecer el vínculo entre los residentes y la comunidad local (Vega I., 2021).

3.11.13 **Evaluación comparativa.**

- **Análisis Comparativo:** Comparación del terreno seleccionado con otras posibles ubicaciones, destacando las ventajas y beneficios específicos que hacen que el terreno sea la mejor opción para el proyecto (Hidalgo J, 2022)

3.12 **Concepto de diseño inclusivo.**

Definición:

El diseño inclusivo es una metodología que considera la diversidad de la población desde el inicio del proceso de diseño. Su objetivo es crear entornos, productos y servicios que sean accesibles y utilizables por todas las personas, independientemente de su edad, capacidad o condición social.

Aplicación en el Proyecto:

1. **Accesibilidad Universal:** Implementación de rampas, ascensores accesibles, baños adaptados y señalización clara para asegurar que todas las personas, incluidas aquellas con discapacidades, puedan utilizar el edificio sin barreras.
2. **Espacios Comunes:** Diseño de áreas comunes multifuncionales que fomenten la interacción social, como jardines comunitarios, áreas de juegos para niños y espacios recreativos para personas mayores.
3. **Tecnologías Sostenibles:** Integración de paneles solares en fachadas y techos, así como sistemas de almacenamiento de energía y gestión inteligente del consumo energético, para reducir la dependencia de la red eléctrica y minimizar el impacto ambiental.

4. **Diseño Bioclimático:** Orientación adecuada del edificio y uso de materiales locales con alto nivel de aislamiento térmico para maximizar la eficiencia energética y el confort interior, teniendo en cuenta el clima específico de Cuenca.
5. **Participación Comunitaria:** Involucrar a la comunidad local en el proceso de diseño a través de talleres y consultas para asegurar que el edificio responda a sus necesidades y preferencias.
6. **Integración de Vegetación Nativa:** Incorporación de especies vegetales locales en el diseño paisajístico para mejorar la biodiversidad y crear un entorno más agradable y saludable.

7. Justificación

El diseño inclusivo se justifica por su capacidad para:

- Mejorar la calidad de vida de los residentes a través de un entorno accesible y acogedor.
- Fomentar la cohesión social y la interacción comunitaria.
- Contribuir a la sostenibilidad ambiental mediante la eficiencia energética y el uso de energías renovables.
- Asegurar que el edificio sea funcional y atractivo para una amplia variedad de usuarios, incluyendo personas con diferentes capacidades y necesidades.

El enfoque integral no solo hará que tu proyecto sea más sostenible y eficiente, sino que también promoverá la inclusión social y el bienestar de la comunidad local.

CAPITULO IV

CAPITULO IV

En el siguiente capítulo, el objetivo principal es desarrollar el diseño de un edificio multifamiliar que integre paneles fotovoltaicos, buscando así reducir los costos energéticos mediante la implementación de estrategias basadas en los principios de la arquitectura sostenible. Estos principios, previamente abordados en capítulos anteriores, nos sirven de guía para crear un modelo de diseño funcional y estéticamente coherente, inspirado en ejemplos contemporáneos de arquitectura sostenible.

Para llevar a cabo el objetivo señalado, se seguirá un proceso de diseño estructurado y meticuloso. Nuestro proceso comenzará con una exhaustiva revisión bibliográfica, que nos permitirá recopilar y analizar recursos y referentes que informarán nuestras decisiones de diseño. Posteriormente, se realizará un análisis de sitio detallado, evaluando aspectos como la orientación, la topografía, el clima local y el contexto urbano, que influirán significativamente en las decisiones de diseño.

El desarrollo del proyecto se dividirá en varias etapas:

Etapas I: Desarrollo de la Forma y Relación con el Sitio de Intervención.

En esta etapa inicial, se trabajará en el desarrollo de la forma arquitectónica del edificio, considerando las características específicas del sitio de intervención. Esto incluye la orientación óptima para la maximización de la captación solar, la integración con el entorno circundante y la consideración de factores como el asoleamiento, las vistas y la ventilación natural.

Etapas II: Planificación de la Composición Espacial y Relaciones Funcionales.

En esta fase, se establecerá la organización interna del edificio, definiendo la distribución y conexión de los distintos espacios. Se prestará especial atención a la creación de flujos eficientes y a la distribución funcional de áreas como los espacios comunes, las áreas de servicio y las unidades residenciales. Además, se buscará incorporar elementos de diseño que promuevan la sostenibilidad, como la utilización de materiales locales y reciclados, y la inclusión de sistemas de gestión de aguas pluviales.

Etapas III: Conceptualización del Diseño de Fachadas y Elementos Exteriores.

La última etapa se centrará en la conceptualización del diseño exterior del edificio. Aquí se desarrollarán las fachadas, teniendo en cuenta aspectos estéticos, funcionales y

energéticos. Se considerará el uso de materiales de alta eficiencia energética, sistemas de sombra y la integración de elementos naturales, como jardines verticales y azoteas verdes. Esta fase culminará con la presentación del diseño final mediante documentación arquitectónica detallada, incluyendo planos, secciones, elevaciones y renderizados que proporcionen una visión completa e integral del proyecto.

A lo largo de todas estas etapas, se mantendrá un enfoque en la eficiencia energética, buscando siempre soluciones que no solo sean funcionales y estéticamente atractivas, sino también respetuosas con el medio ambiente y socialmente responsables.

4.1 Área de intervención.

De acuerdo con la normativa analizada y presentada, la construcción tendrá una altura máxima de 8 pisos y se ubicará en lotes con una superficie mínima de 750 m². El edificio estará dispuesto de forma aislada, con los siguientes retiros: 6 m tanto en el frente como en la parte posterior, y 5 m en cada uno de los laterales. Con estas especificaciones, el área total de intervención será de 2880,00 m².



Figura 37: Levantamiento topográfico del área de intervención.

Fuente: Elaboración propia

4.1.1 Recursos a considerar.

Para el desarrollo del anteproyecto en un predio de 2880 m², con un frente de 130.94 metros y un índice de construcción de 0.95, se deben considerar los siguientes recursos clave:

1. **Ubicación:** Entre las vías Gran Colombia y Unidad Nacional, facilitando la accesibilidad y conectividad.
2. **Dimensiones y Retiro:** Amplio frente y retiros específicos (6 m frontal y posterior, 5 m laterales) que permiten diseñar áreas verdes y espacios recreativos.
3. **Orientación y Coordenadas:** Las coordenadas Este 720096.64 m y Norte 9680221.16 m son importantes para optimizar la luz natural y la ventilación.
4. **Factores Climáticos y Ambientales:** Considerar el aislamiento acústico y la gestión del tráfico, así como los factores climáticos locales.
5. **Reglamentación y Normativas:** Cumplir con las normativas locales de construcción y uso del suelo.
6. **Servicios e Infraestructura:** Evaluar la disponibilidad de servicios esenciales como agua, electricidad y telecomunicaciones.

Estos elementos serán fundamentales para asegurar un diseño eficiente y en armonía con el entorno.

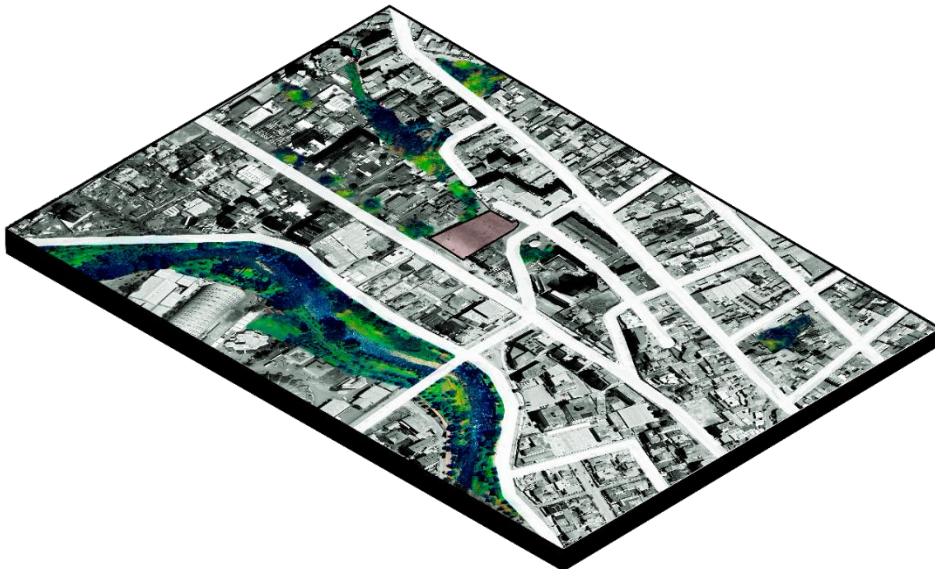


Figura 38: Plano del terreno a intervenir.

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Estrategias bioclimáticas.

Al considerar las estrategias bioclimáticas en relación con la ubicación del predio entre las vías Gran Colombia y Unidad Nacional, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos específicos para maximizar la eficiencia energética y el confort térmico del edificio:

1. Orientación del Edificio:

- **Gran Colombia y Unidad Nacional:** Se puede orientar el edificio de manera que las fachadas principales queden alineadas en un eje norte-sur, minimizando la exposición directa al sol de la tarde en la fachada oeste (importante si la vía Gran Colombia está hacia el oeste) y aprovechando la luz solar matutina en la fachada este (si la Unidad Nacional está hacia el este).

2. Ventilación Natural Cruzada:

- **Brisas predominantes:** Si hay brisas predominantes que se canalizan a lo largo de las vías Gran Colombia y Unidad Nacional, se deben diseñar aberturas en estas fachadas para facilitar la ventilación cruzada. Esto ayudará a refrescar naturalmente los espacios interiores, especialmente si las calles generan corredores de viento.

3. Masa Térmica y Aislamiento Térmico:

- **Ruido y Temperatura:** Dado que el predio se encuentra entre vías transitadas, es fundamental usar materiales con buena masa térmica y aislamiento acústico en las fachadas hacia Gran Colombia y Unidad Nacional para mitigar el ruido y controlar la ganancia térmica.

4. Protección Solar Pasiva:

- **Sombreado:** Implementar voladizos o toldos en las fachadas expuestas al sol directo, especialmente si la Gran Colombia recibe luz solar intensa en la tarde. La vegetación, como árboles de hoja caduca, puede proporcionar sombra en verano y permitir la entrada de luz en invierno.

5. Integración de Energías Renovables:

- **Paneles Solares:** La instalación de paneles fotovoltaicos en el techo debe considerar la orientación y la inclinación óptima para maximizar la captación solar, teniendo en cuenta posibles sombras proyectadas por edificios cercanos a lo largo de Gran Colombia y Unidad Nacional.

6. **Cubiertas Verdes y Espacios Verdes:**

- **Mitigación del calor urbano:** Crear cubiertas verdes y áreas verdes en los retiros del edificio, especialmente en la fachada que dé a la vía más transitada (Gran Colombia o Unidad Nacional), ayudará a reducir el efecto de isla de calor y mejorar el microclima.

7. **Gestión Sostenible del Agua:**

- **Recolección de aguas pluviales:** Dado el potencial aumento de escorrentías en áreas urbanas densas como alrededor de Gran Colombia y Unidad Nacional, implementar sistemas de recolección y almacenamiento de aguas pluviales es esencial para reducir el riesgo de inundaciones y reutilizar el agua para riego.

8. **Optimización de la Iluminación Natural:**

- **Iluminación y ruido:** Maximizar la entrada de luz natural en las fachadas menos expuestas al ruido de tráfico, utilizando ventanas con aislamiento acústico en las fachadas más ruidosas (frente a Gran Colombia y Unidad Nacional).

9. **Zonificación y Distribución Interior:**

- **Distribución según la orientación:** Ubicar áreas de mayor uso y exposición, como salas de estar y oficinas, en las fachadas con mejor calidad ambiental (menos ruido, más luz natural), posiblemente las que no den directamente a Gran Colombia o Unidad Nacional.

Estas estrategias bioclimáticas, adaptadas a la ubicación específica del predio, no solo mejorarán la eficiencia energética del edificio, sino que también contribuirán al bienestar de sus ocupantes al proporcionar un entorno más confortable y saludable.

4.1.3 **Barreras y seguridad.**

Al considerar la implementación de barreras de seguridad en un sitio con muros de contención debido a la topografía existente, es crucial abordar varios aspectos para garantizar la estabilidad estructural y la seguridad de los ocupantes y transeúntes. A continuación, se detallan las barreras de seguridad que podrían ser necesarias:

1. **Muros de contención:**

- **Estabilidad estructural:** Los muros de contención deben estar diseñados y construidos para soportar la carga lateral del suelo y cualquier presión adicional, como la de las aguas subterráneas. Esto incluye el uso de

materiales adecuados y técnicas de construcción que aseguren la durabilidad y resistencia de los muros.

2. Drenaje adecuado:

- **Sistemas de drenaje:** Es esencial incluir sistemas de drenaje adecuados detrás de los muros de contención para evitar la acumulación de agua, que podría aumentar la presión sobre los muros y comprometer su estabilidad. Esto puede incluir drenes franceses, tubos de drenaje y geomembranas impermeables.

3. Barandas y barandillas de seguridad:

- **Prevención de caídas:** En la parte superior de los muros de contención, especialmente si la diferencia de altura es significativa, se deben instalar barandas o barandillas de seguridad para prevenir caídas accidentales. Estas deben cumplir con las normativas de seguridad locales en términos de altura y resistencia.

4. Iluminación de seguridad:

- **Visibilidad nocturna:** Instalar iluminación adecuada alrededor de las áreas donde se encuentran los muros de contención, especialmente en las cercanías de caminos peatonales o accesos, para asegurar que los bordes y cambios de nivel sean visibles durante la noche.

5. Señalización de peligro:

- **Advertencias claras:** Colocar señales de advertencia claras y visibles en áreas donde existan riesgos de caída o donde los muros de contención sean especialmente altos. Esto incluye señalización en múltiples idiomas si es necesario.

6. Cercas de protección:

- **Restricción de acceso:** En caso de que haya áreas con pendientes pronunciadas o riesgos de deslizamientos de tierra, se pueden instalar cercas de protección para restringir el acceso y proteger a las personas de posibles peligros.

7. Diseño de paisajismo y vegetación:

- **Estabilización del suelo:** Utilizar técnicas de paisajismo, como la plantación de vegetación con raíces profundas, puede ayudar a estabilizar el suelo y reducir el riesgo de erosión en áreas con pendientes o alrededor de los muros de contención.

8. Monitoreo y mantenimiento:

- **Inspecciones regulares:** Es importante realizar inspecciones regulares de los muros de contención y las barreras de seguridad asociadas para detectar

cualquier signo de deterioro, desplazamiento o erosión, y llevar a cabo el mantenimiento necesario para garantizar la seguridad continua del sitio.

Estas medidas de seguridad son fundamentales para gestionar los riesgos asociados con la topografía del sitio y garantizar un entorno seguro tanto para los ocupantes como para los visitantes del proyecto.

4.2 Programa arquitectónico.

En el estudio realizado para la obtención del programa arquitectónico del edificio multifamiliar en la ciudad de Cuenca, se identificaron las necesidades de los usuarios y se determinó la distribución óptima de los espacios para garantizar una correcta funcionalidad. Cuenca, con su clima templado y su ubicación en la sierra ecuatoriana, presenta condiciones ideales para la implementación de soluciones sostenibles y energéticamente eficientes.

Se decidió incorporar paneles fotovoltaicos en las zonas más altas de la edificación, ubicados estratégicamente según la información específica de los paneles, para maximizar la eficiencia energética del edificio. Esta decisión se fundamenta en el alto índice de radiación solar que recibe Cuenca durante todo el año, lo que hace que la energía solar sea una fuente viable y abundante.

Además, la distribución de los espacios se realizó considerando la topografía y el entorno natural de la ciudad, aprovechando las plantas locales en el diseño de áreas verdes y terrazas. Esto no solo contribuye a la sostenibilidad del edificio, sino que también armoniza con la biodiversidad y el paisaje urbano de Cuenca.

La integración de estos elementos garantiza un edificio multifamiliar que no solo cumple con las necesidades de los usuarios, sino que también se alinea con los principios de sostenibilidad y respeto por el medio ambiente, características esenciales para el desarrollo urbano en Cuenca.

Tabla 16: Programa arquitectónico Edificio Multifamiliar.

| PROGRAMA ARQUITECTONICO EDIFICIO MULTIFAMILIAR | | | | | | |
|------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|----------------------------|----------|
| ZONA | SUB-ZONA | ESPACIO | CANTIDAD | ÁREA DE ESPACIO(m2) | ÁREA TOTAL DE LA ZONA (m2) | |
| PARQUEADERO | BODEGAS | BODEGAS | 1 | 54,52m2 | 136,49m2 | |
| | CUARTO DE MAQUINAS | CUARTO DE MAQUINAS | 1 | 54,52m2 | | |
| | C.VERTICAL | | 1 | 27,459m2 | | |
| PLANTA BAJA | LOBBY | Recepción | 1 | 33,26m2 | 66,52m2 | |
| | | Sala de espera | 1 | 33,26m2 | | |
| | Panadería | Baño | 1 | | 180,01m2 | |
| | | Zona de preparación | 1 | 28,95m2 | | |
| | | Zona para alimentarse | 1 | 123,50m2 | | |
| | Cafetería | Cocina | 1 | 27,56m2 | | |
| | | Baño | 2 | 9,40m2 | | |
| | | Zona de alimentarse | 1 | 124,45m2 | | |
| | Gimnasio | Baños | 2 | 29,100m2 | 179,18m2 | |
| | | Maquinas | 1 | 87,64m2 | | |
| | | Bailo terapia | 1 | 48,50m2 | | |
| | | Casilleros | 1 | 13,943m2 | | |
| | Salón de eventos | Baños | 2 | 29,100m2 | 177,49m2 | |
| | | Bar | 1 | 8,39m2 | | |
| | | Pista de baile | 1 | 130m2 | | |
| | | Bodega | 1 | 5m2 | | |
| | | Almacenamiento | 1 | 5m2 | | |
| | PLANTA ALTA 1 | CUARTO DE MONITOREO | Cuarto de cámaras | 1 | 47,34m2 | 56,85m2 |
| | | | Baños | 1 | 9,51m2 | |
| | | Lavandería | Zona de secado | 1 | 12,92m2 | 54,21m2 |
| Zona de lavado | | | 1 | 31,96m2 | | |
| Recepción | | | 1 | 9,33m2 | | |
| Farmacia | | Zona de productos | 1 | 23,17m2 | 33,86m2 | |
| | | Recepción | 1 | 6,50m2 | | |
| | | Bodega | 1 | 4,19m2 | | |
| | | | Oficina principal | 1 | 13,64m2 | 125,89m2 |

| | | | | | |
|---------------|-----------------------------|-------------------|---|-----------|---------|
| | Oficinas Administrativas | Cubículos | 2 | 13,29m2 | |
| | | Sala de reuniones | 1 | 39,55m2 | |
| | | Baños | 2 | 19,42m2 | |
| | | Bar | 1 | 14,79m2 | |
| | | Sala de espera | 1 | 25,20m2 | |
| PLANTA ALTA 2 | Departamento tipo 1 (4) | Sala | 1 | 20,143m2 | 84,75m2 |
| | | Comedor | 1 | 11,06m2 | |
| | | Cocina | 1 | 13,29m2 | |
| | | Baño social | 1 | 2,22m2 | |
| | | Baño privado | 1 | 5,87m2 | |
| | | habitación master | 1 | 15,31m2 | |
| | | Vestidor | 1 | 5,28m2 | |
| | | Estudio | 1 | 8,80m2 | |
| | | Alacena | 1 | 2,07m2 | |
| | | Ductos | 1 | 0,74m2 | |
| | Departamento tipo 2 (2) | Sala | 1 | 20,99m2 | 85,16m2 |
| | | Comedor | 1 | 11,68m2 | |
| | | Cocina | 1 | 13,165m2 | |
| | | Baño social | 1 | 4,54m2 | |
| | | Baño privado | 1 | 4,52m2 | |
| | | Habitación master | 1 | 12,29m2 | |
| | | habitación 2 | 1 | 15,25m2 | |
| | | Alacena | 1 | 1,99m2 | |
| | | Ductos | 1 | 0,74m2 | |
| | Terraza | Área verde | 1 | 103,7m2 | 103,7m2 |
| PLANTA ALTA 3 | Departamento tipo 1 (4) | Sala | 1 | 20,143m2 | 84,75m2 |
| | | Comedor | 1 | 11,06m2 | |
| | | Cocina | 1 | 13,29m2 | |
| | | Baño social | 1 | 2,22m2 | |
| | | Baño privado | 1 | 5,87m2 | |
| | | Habitación master | 1 | 15,31m2 | |
| | | Vestidor | 1 | 5,28m2 | |
| | | Estudio | 1 | 8,80m2 | |
| | | Alacena | 1 | 2,07m2 | |
| | | Ductos | 1 | 0,74m2 | |
| | Departamento tipo 2 (2) | Sala | 1 | 20,99m2 | 85,16m2 |
| | | Comedor | 1 | 11,68m2 | |
| | | Cocina | 1 | 131,165m2 | |

| | | | | | |
|----------------------|-------------------------|-------------------|---------|-----------|---------|
| | | Baño social | 1 | 4,54m2 | |
| | | Baño privado | 1 | 4,52m2 | |
| | | Habitación master | 1 | 12,29m2 | |
| | | Vestidor | 1 | 15,25m2 | |
| | | Habitación 2 | 1 | 1,99m2 | |
| | | Alacena | 1 | 0,74m2 | |
| | | Ductos | 1 | 0.73m2 | |
| | PASILLO | Sala descanso | 1 | 42,83m2 | |
| | Terraza | Área verde | 1 | 103,7m2 | 103,7m2 |
| PLANTA ALTA 4 | | | | | |
| PLANTA ALTA 4 | Departamento tipo 1 (2) | Sala | 1 | 20,143m2 | 84,75m2 |
| | | Comedor | 1 | 11,06m2 | |
| | | Cocina | 1 | 13,29m2 | |
| | | Baño social | 1 | 2,22m2 | |
| | | Baño privado | 1 | 5,87m2 | |
| | | habitación master | 1 | 15,31m2 | |
| | | Vestidor | 1 | 5,28m2 | |
| | | Estudio | 1 | 8,80m2 | |
| | | Alacena | 1 | 2,07m2 | |
| | Ductos | 1 | 0,74m2 | | |
| | Departamento tipo 2 (2) | Sala | 1 | 20,99m2 | 85,16m2 |
| | | Comedor | 1 | 11,68m2 | |
| | | Cocina | 1 | 131,165m2 | |
| | | Baño social | 1 | 4,54m2 | |
| | | Baño privado | 1 | 4,52m2 | |
| | | Habitación master | 1 | 12,29m2 | |
| | | Vestidor | 1 | 15,25m2 | |
| | | Habitación 2 | 1 | 1,99m2 | |
| | | Alacena | 1 | 0,74m2 | |
| Ductos | 1 | 0.73m2 | | | |
| PASILLO | Sala descanso | 1 | 42,83m2 | | |
| Terraza | Área verde | 1 | 103,7m2 | 103,7m2 | |
| PLANTA ALTA 5 | | | | | |
| PLANTA ALTA 5 | Departamento tipo 1 (2) | Sala | 1 | 20,143m2 | 84,75m2 |
| | | Comedor | 1 | 11,06m2 | |
| | | Cocina | 1 | 13,29m2 | |
| | | Baño social | 1 | 2,22m2 | |
| | | Baño privado | 1 | 5,87m2 | |
| | | Habitación master | 1 | 15,31m2 | |
| | | Vestidor | 1 | 5,28m2 | |

| | | | | | |
|----------------------|-------------------------|-------------------|---------|-----------|---------|
| | | Estudio | 1 | 8,80m2 | 85,16m2 |
| | | Alacena | 1 | 2,07m2 | |
| | | Ductos | 1 | 0,74m2 | |
| | Departamento tipo 2 (4) | Sala | 1 | 20,99m2 | |
| | | Comedor | 1 | 11,68m2 | |
| | | Cocina | 1 | 131,165m2 | |
| | | Baño social | 1 | 4,54m2 | |
| | | Baño privado | 1 | 4,52m2 | |
| | | Habitación master | 1 | 12,29m2 | |
| | | Vestidor | 1 | 15,25m2 | |
| | | Habitación 2 | 1 | 1,99m2 | |
| | | Alacena | 1 | 0,74m2 | |
| | | Ductos | 1 | 0,74m2 | |
| | PASILLO | Sala descanso | 1 | 42,83m2 | |
| Terraza | Área verde | 1 | 103,7m2 | 103,7m2 | |
| PLANTA ALTA 6 | | | | | |
| | Departamento tipo 1 (2) | Sala | 1 | 20,143m2 | 84,75m2 |
| | | Comedor | 1 | 11,06m2 | |
| | | Cocina | 1 | 13,29m2 | |
| | | Baño social | 1 | 2,22m2 | |
| | | Baño privado | 1 | 5,87m2 | |
| | | Habitación master | 1 | 15,31m2 | |
| | | Vestidor | 1 | 5,28m2 | |
| | | Estudio | 1 | 8,80m2 | |
| | | Alacena | 1 | 2,07m2 | |
| | | Ductos | 1 | 0,74m2 | |
| | Departamento tipo 2 (2) | Sala | 1 | 20,99m2 | 85,16m2 |
| | | Comedor | 1 | 11,68m2 | |
| | | Cocina | 1 | 131,165m2 | |
| | | Baño social | 1 | 4,54m2 | |
| | | Baño privado | 1 | 4,52m2 | |
| | | Habitación master | 1 | 12,29m2 | |
| | | Vestidor | 1 | 15,25m2 | |
| | | Habitación 2 | 1 | 1,99m2 | |
| | | Alacena | 1 | 0,74m2 | |
| | | Ductos | 1 | 0,73m2 | |
| PASILLO | Sala descanso | 1 | 42,83m2 | | |
| Terraza | Área verde | 1 | 103,7m2 | 103,7m2 | |
| PLANTA ALTA 7 | | | | | |
| | | Sala | 1 | 20,143m2 | 84,75m2 |

| | | | | | |
|---------|-------------------------|-------------------|---------|-----------|---------|
| | Departamento tipo 1 (2) | Comedor | 1 | 11,06m2 | |
| | | Cocina | 1 | 13,29m2 | |
| | | Baño social | 1 | 2,22m2 | |
| | | Baño privado | 1 | 5,87m2 | |
| | | Habitación master | 1 | 15,31m2 | |
| | | Vestidor | 1 | 5,28m2 | |
| | | Estudio | 1 | 8,80m2 | |
| | | Alacena | 1 | 2,07m2 | |
| | | Ductos | 1 | 0,74m2 | |
| | Departamento tipo 2 (2) | Sala | 1 | 20,99m2 | 85,16m2 |
| | | Comedor | 1 | 11,68m2 | |
| | | Cocina | 1 | 131,165m2 | |
| | | Baño social | 1 | 4,54m2 | |
| | | Baño privado | 1 | 4,52m2 | |
| | | Habitación master | 1 | 12,29m2 | |
| | | Vestidor | 1 | 15,25m2 | |
| | | Habitación 2 | 1 | 1,99m2 | |
| | | Alacena | 1 | 0,74m2 | |
| | | Ductos | 1 | 0,73m2 | |
| PASILLO | Sala descanso | 1 | 42,83m2 | | |
| Terraza | Área verde | 1 | 103,7m2 | 103,7m2 | |
| | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Concepto de diseño.

El concepto arquitectónico se basa en la integración cuidadosa de paneles fotovoltaicos para maximizar la eficiencia energética del edificio. Estos paneles están estratégicamente ubicados en terrazas diseñadas específicamente para optimizar su exposición a la luz solar, respetando la topografía circundante y minimizando cualquier impacto visual discordante con el entorno natural.

El diseño del edificio se organiza en tres volúmenes distintos, cada uno diseñado para aprovechar al máximo la luz natural y reducir así la dependencia de la iluminación artificial, contribuyendo a la sostenibilidad energética del proyecto. El volumen central cumple una función crucial como espacio de conexión entre los otros dos volúmenes, facilitando una distribución eficiente dentro del complejo arquitectónico.

Para realzar la importancia del volumen central, se ha integrado un parque central que no solo sirve como área verde central, sino también como punto de acceso y distribución

hacia las áreas comerciales en las plantas inferiores. Además de estas zonas comerciales, se han diseñado espacios de descanso al aire libre que fomentan la interacción social y crean áreas de confort para los residentes y visitantes del edificio.

4.4 Organigrama programa principal.

El concepto arquitectónico se basa en la integración cuidadosa de paneles fotovoltaicos para maximizar la eficiencia energética del edificio. Estos paneles están estratégicamente ubicados en terrazas diseñadas específicamente para optimizar su exposición a la luz solar, respetando la topografía circundante y minimizando cualquier impacto visual discordante con el entorno natural.

El diseño del edificio se organiza en tres volúmenes distintos, cada uno diseñado para aprovechar al máximo la luz natural y reducir así la dependencia de la iluminación artificial, contribuyendo a la sostenibilidad energética del proyecto. El volumen central cumple una función crucial como espacio de conexión entre los otros dos volúmenes, facilitando una distribución eficiente dentro del complejo arquitectónico.

Para realzar la importancia del volumen central, se ha integrado un parque central que no solo sirve como área verde central, sino también como punto de acceso y distribución hacia las áreas comerciales en las plantas inferiores. Además de estas zonas comerciales, se han diseñado espacios de descanso al aire libre que fomentan la interacción social y crean áreas de confort para los residentes y visitantes del edificio.

4.4.2 Organigrama.

El programa arquitectónico del edificio multifamiliar se estructura en diversas zonas públicas, semipúblicas y privadas, diseñadas específicamente para crear un entorno residencial integral:

Zonas Públicas:

1. **Parqueadero y cuarto de máquinas:** Espacios dedicados al estacionamiento de vehículos y al alojamiento de equipos técnicos.
2. **Lobby:** Incluye áreas como recepción, sala de espera, panadería, cafetería y zona de alimentación, accesibles tanto para residentes como visitantes.
3. **Cafetería, farmacia, tiendas de ropa, consultorio odontológico, panadería Salón de eventos:** Equipados con instalaciones completas y áreas sociales para eventos, proporcionando servicios comunitarios.

Zonas semipúblicas:

1. **Terrazas y Áreas Verdes en Plantas Altas:** Espacios abiertos diseñados como extensiones residenciales para el descanso y la recreación de los residentes.

Zonas privadas:

1. **Departamentos en plantas altas 1 a 7:** Unidades residenciales completas que ofrecen todas las comodidades necesarias, incluyendo áreas íntimas como dormitorios, salas de estar, estudios y cocinas.

Mediante el diseño arquitectónico aseguramos que el edificio no solo cumpla con las necesidades habitacionales de sus residentes, proporcionando privacidad y confort, sino que también fomente una comunidad dinámica mediante el uso eficiente y accesible de sus áreas compartidas y servicios integrados.

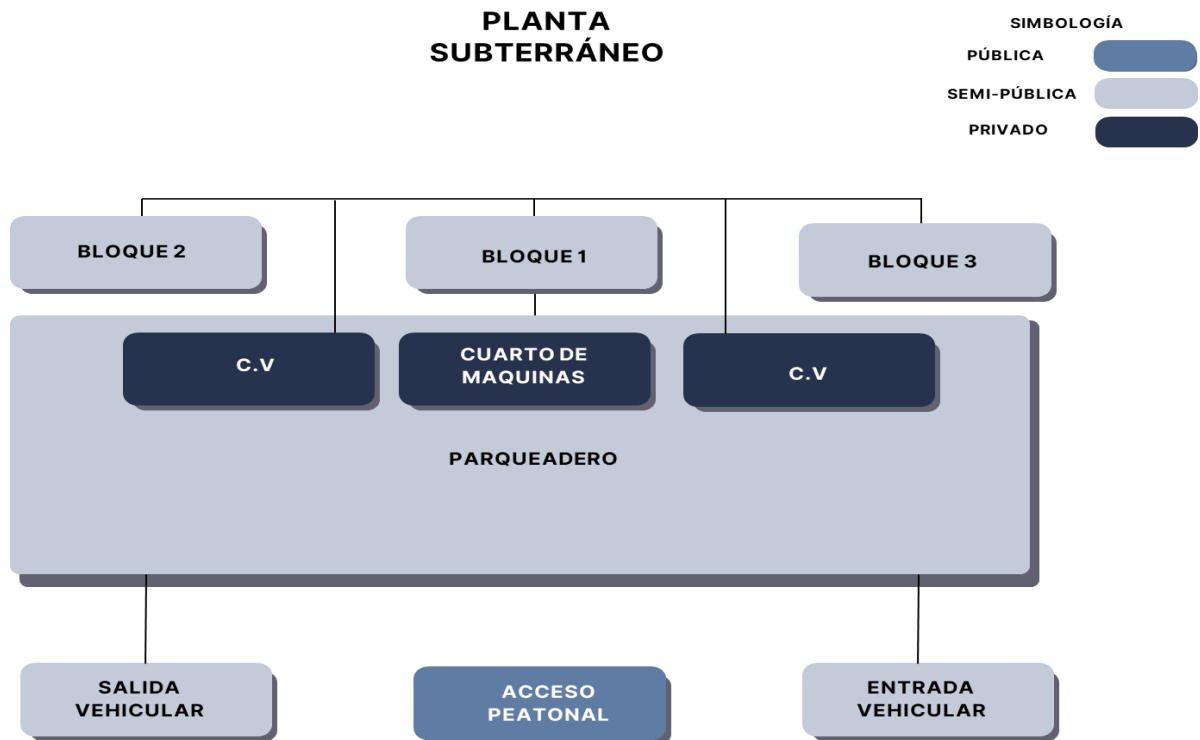


Figura 39: Esquema planta subterráneo.

Fuente: Elaboración propia

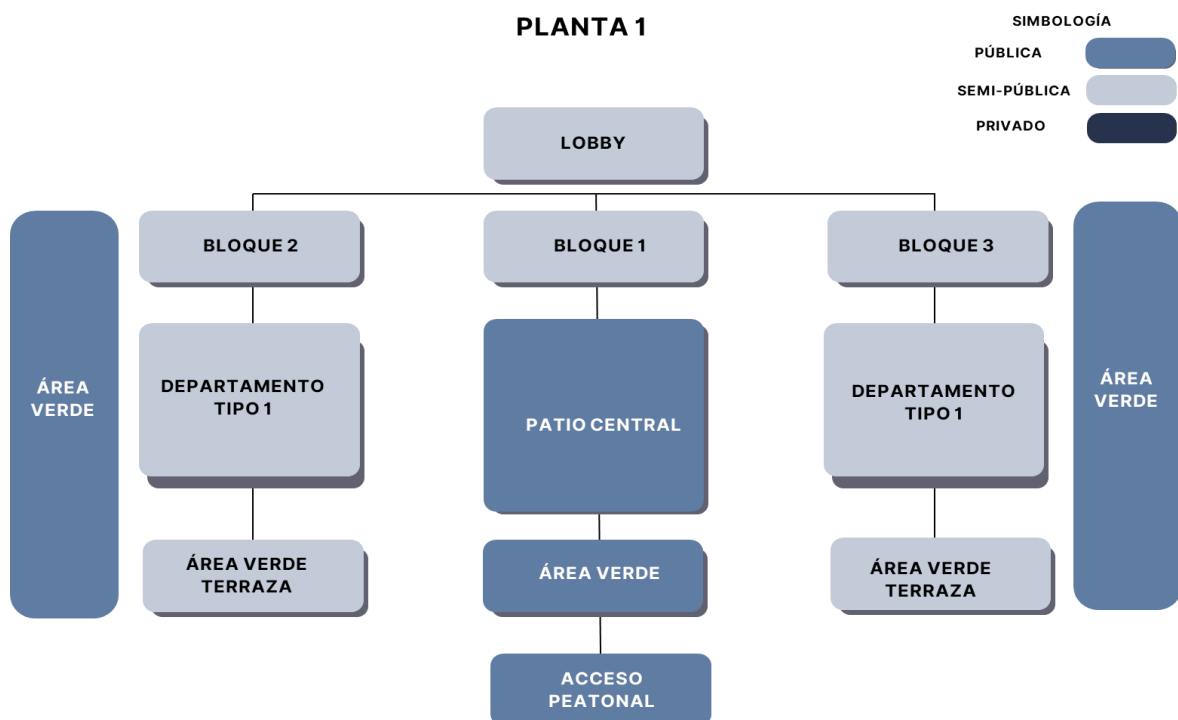


Figura 40: Esquema planta 1.

Fuente: Elaboración propia.

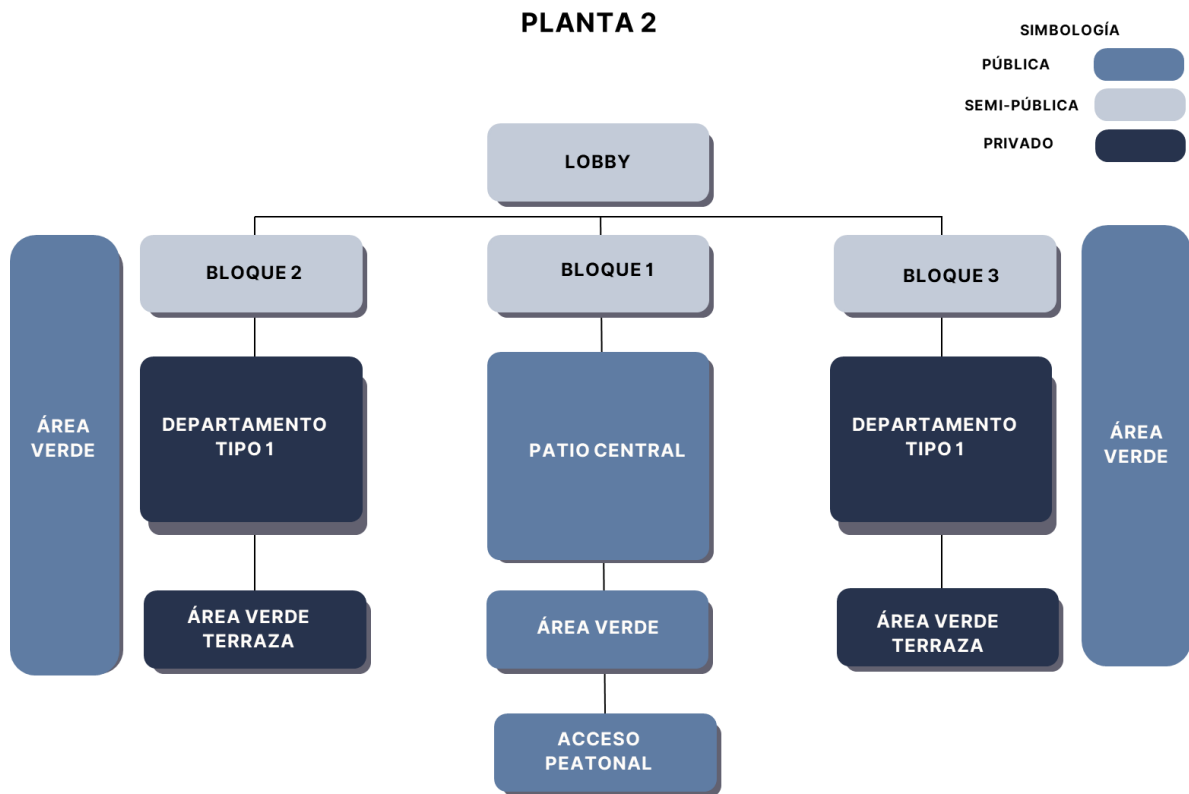


Figura 41: Esquema planta 2.

Fuente: Elaboración propia.

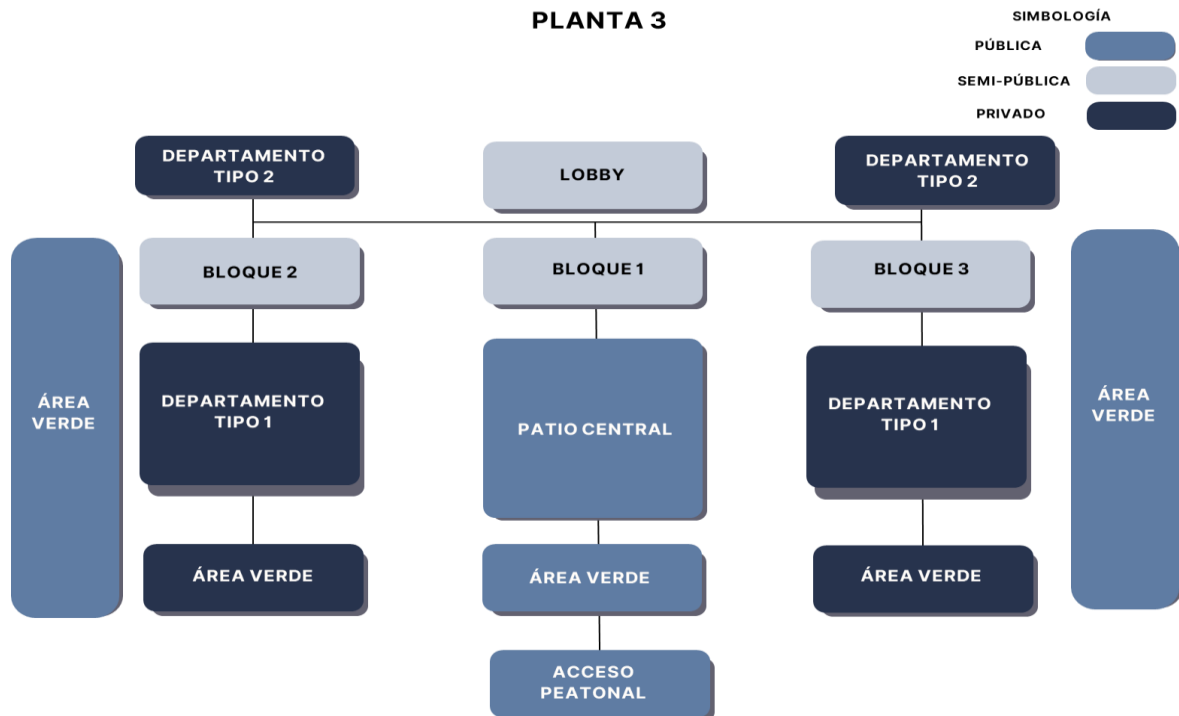


Figura 42: Esquema planta 3.

Fuente: Elaboración propia.

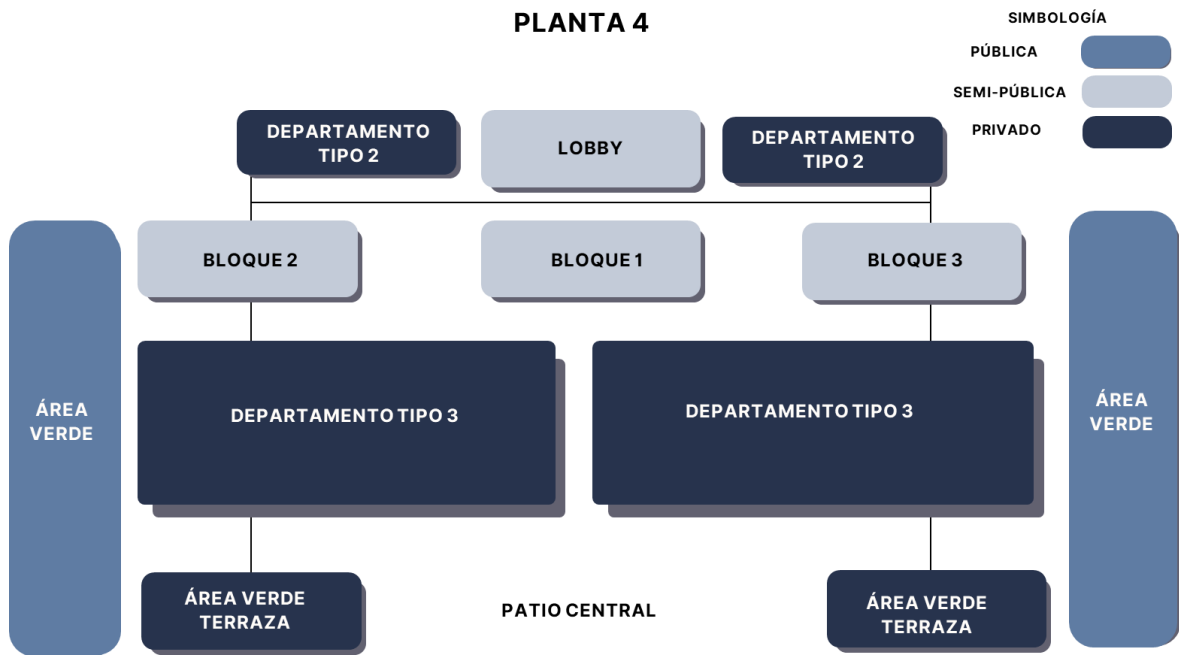


Figura 43: Esquema planta 4.

Fuente: Elaboración propia.

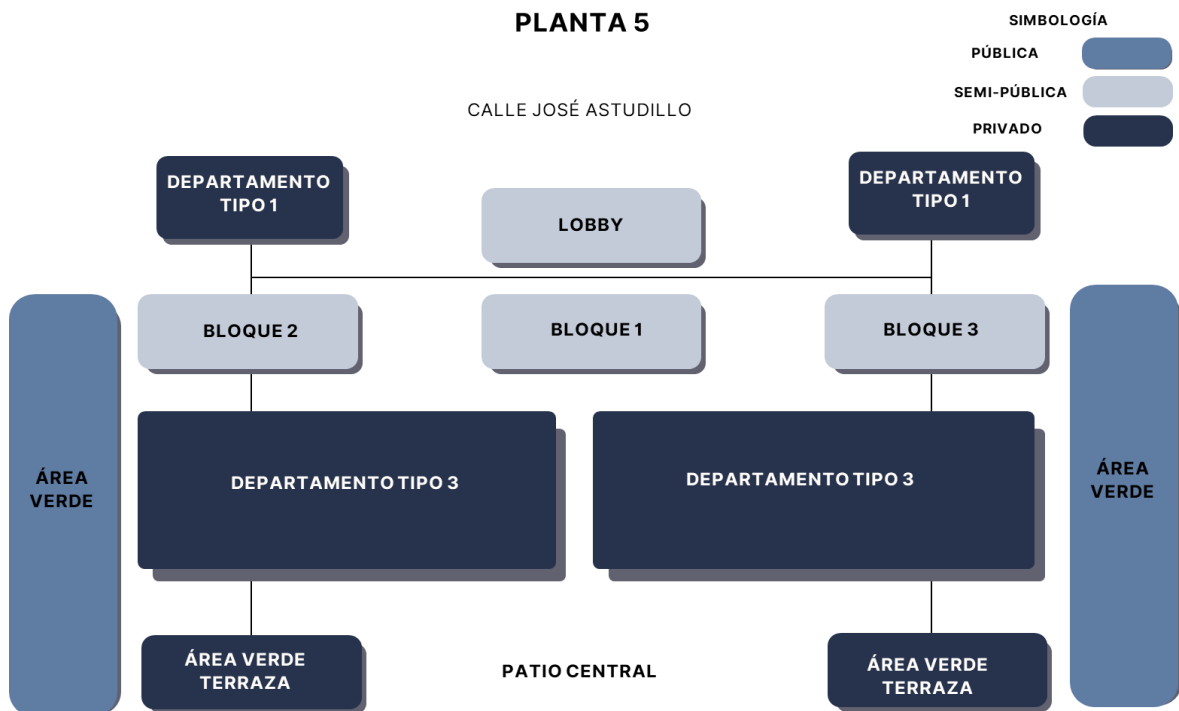


Figura 44: Esquema planta 5.

Fuente: Elaboración propia.

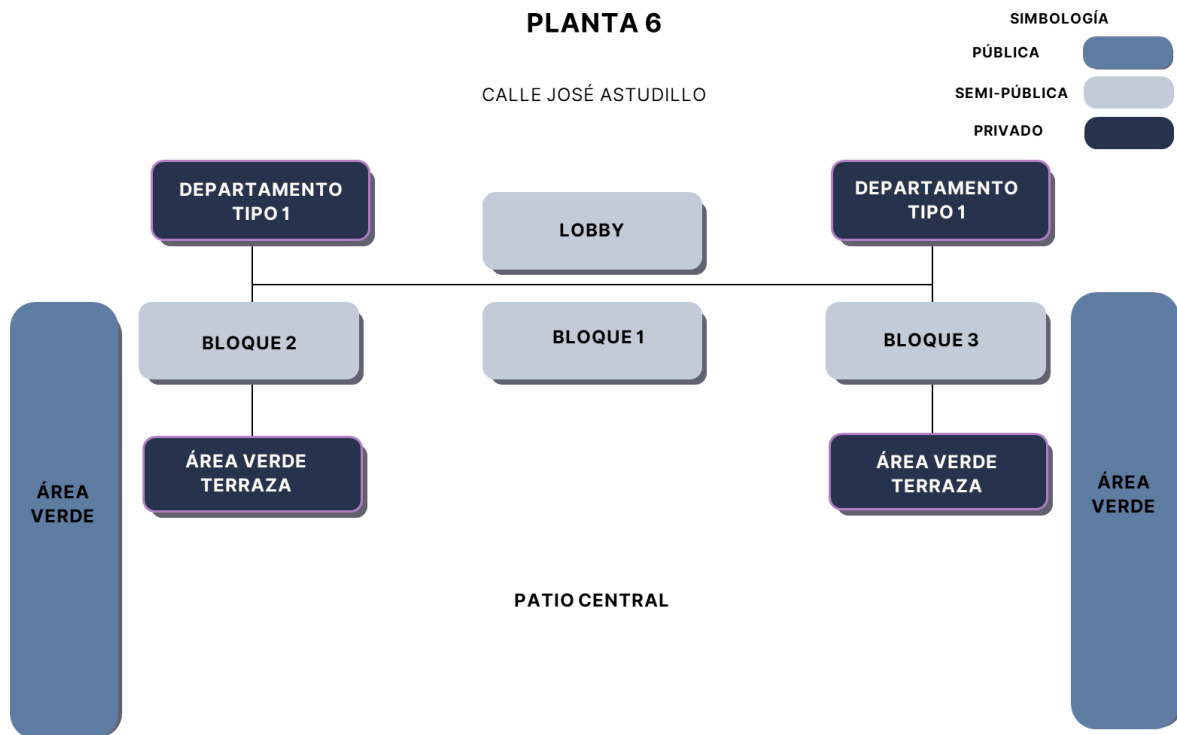


Figura 45: Esquema planta 6.

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Zonificación programa principal.

La *Figura 46* muestra un modelo tridimensional de un edificio que se asienta sobre un terreno inclinado, compuesto por módulos de colores azul oscuro, azul claro y blanco. Esta configuración modular sugiere que el edificio puede adaptarse a diferentes usos, proporcionando flexibilidad en su diseño. Los colores ayudan a diferenciar las funciones: el azul oscuro destaca las áreas principales, como los núcleos de circulación vertical, el azul claro indica espacios importantes como unidades residenciales u oficinas, y el blanco representa módulos estándar o secundarios, posiblemente destinados a áreas comunes.

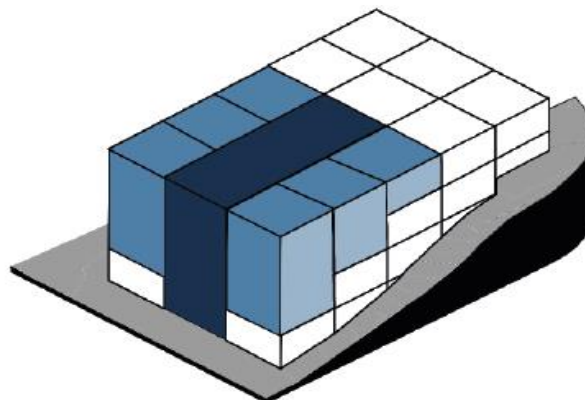


Figura 46: Zonificación programa principal

Fuente: Elaboración propia

La *Figura 47* ilustra un proceso de sustracción en la arquitectura modular. En el esquema, las piezas de colores azul claro y azul oscuro son los módulos que se sustraen o remueven de la estructura base del edificio. Los módulos azul claro se retiran primero, seguidos por el módulo azul oscuro. Este tipo de arquitectura permite ajustar y modificar el edificio de manera flexible, adaptándose a diferentes necesidades y cambios en el diseño. La capacidad de añadir o sustraer módulos facilita la reconfiguración del espacio y la adaptación a las condiciones del terreno inclinado, optimizando tanto la funcionalidad como la eficiencia constructiva.

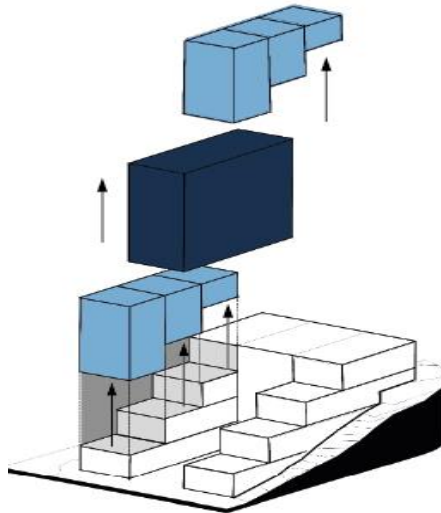


Figura 47: Proceso de sustracción de módulo

Fuente: Elaboración propia

Este enfoque de diseño modular, que implica la sustracción de módulos para crear terrazas, demuestra una solución eficiente y adaptable para construcciones en terrenos inclinados. La forma final no solo optimiza el espacio disponible, sino que también mejora significativamente la habitabilidad del edificio. Las terrazas proporcionan un valor añadido al proyecto, ofreciendo espacios al aire libre y conectando mejor el edificio con su entorno natural. El método arquitectónico es ideal para proyectos residenciales que buscan integrar soluciones sostenibles y eficientes en términos de espacio y recursos (*Ver Figura 48*).

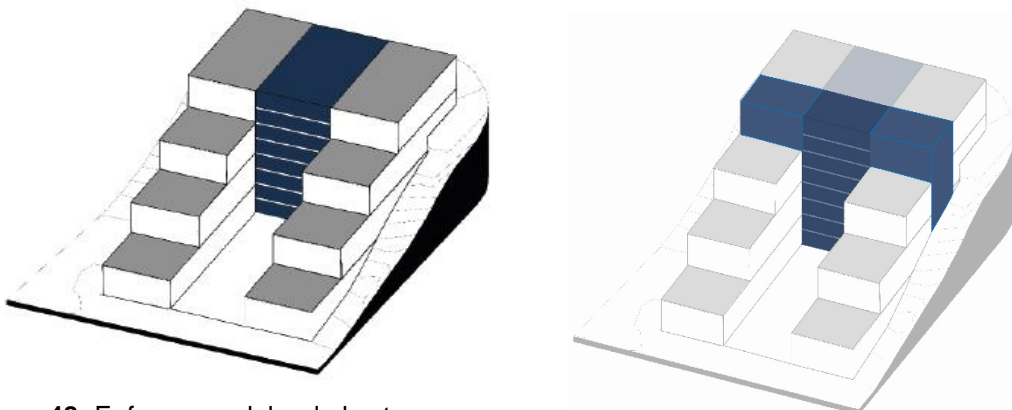


Figura 48: Enfoque modular de las terrazas

Fuente: Elaboración propia

Los esquemas muestran un diseño arquitectónico modular en un terreno inclinado que incluye una plaza central y comercios abiertos en la primera planta, fomentando la interacción social y económica. Las plantas superiores cuentan con terrazas de diferentes dimensiones y tres tipos de departamentos: para una persona, dos personas y cuatro personas, optimizando el espacio para diversas necesidades residenciales. El diseño escalonado aprovecha la pendiente del terreno, mejorando la ventilación e iluminación natural y proporcionando una integración armoniosa con el entorno. La estructura combina funcionalidad y estética, contribuyendo al bienestar de los residentes y a la actividad comercial de la comunidad (Ver Figura 49).

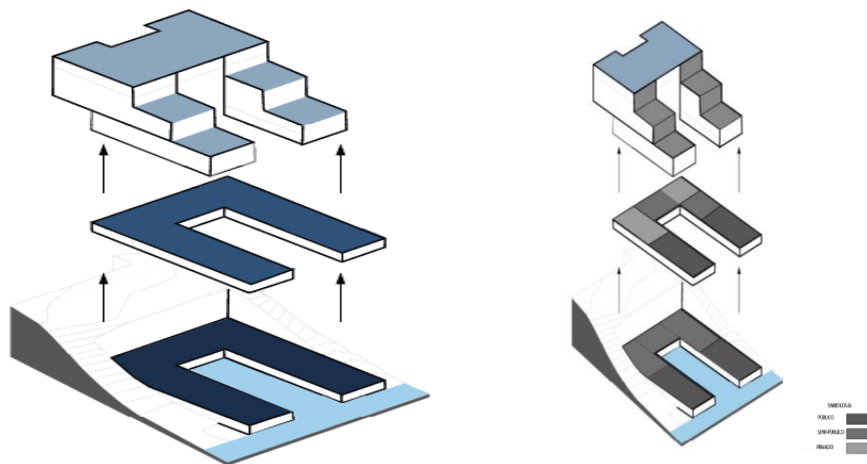


Figura 49: Zonificación programa principal.

Fuente: Elaboración propia

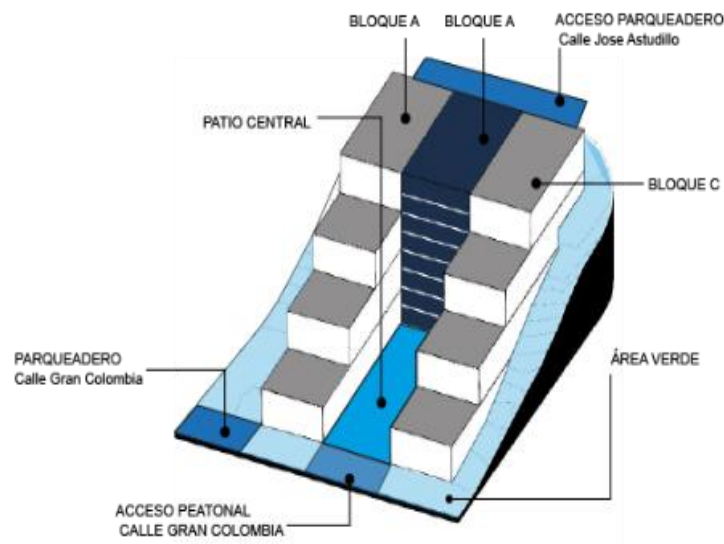


Figura 50: Zonificación.

Fuente: Elaboración propia

Plano de cimentación escala 1:100

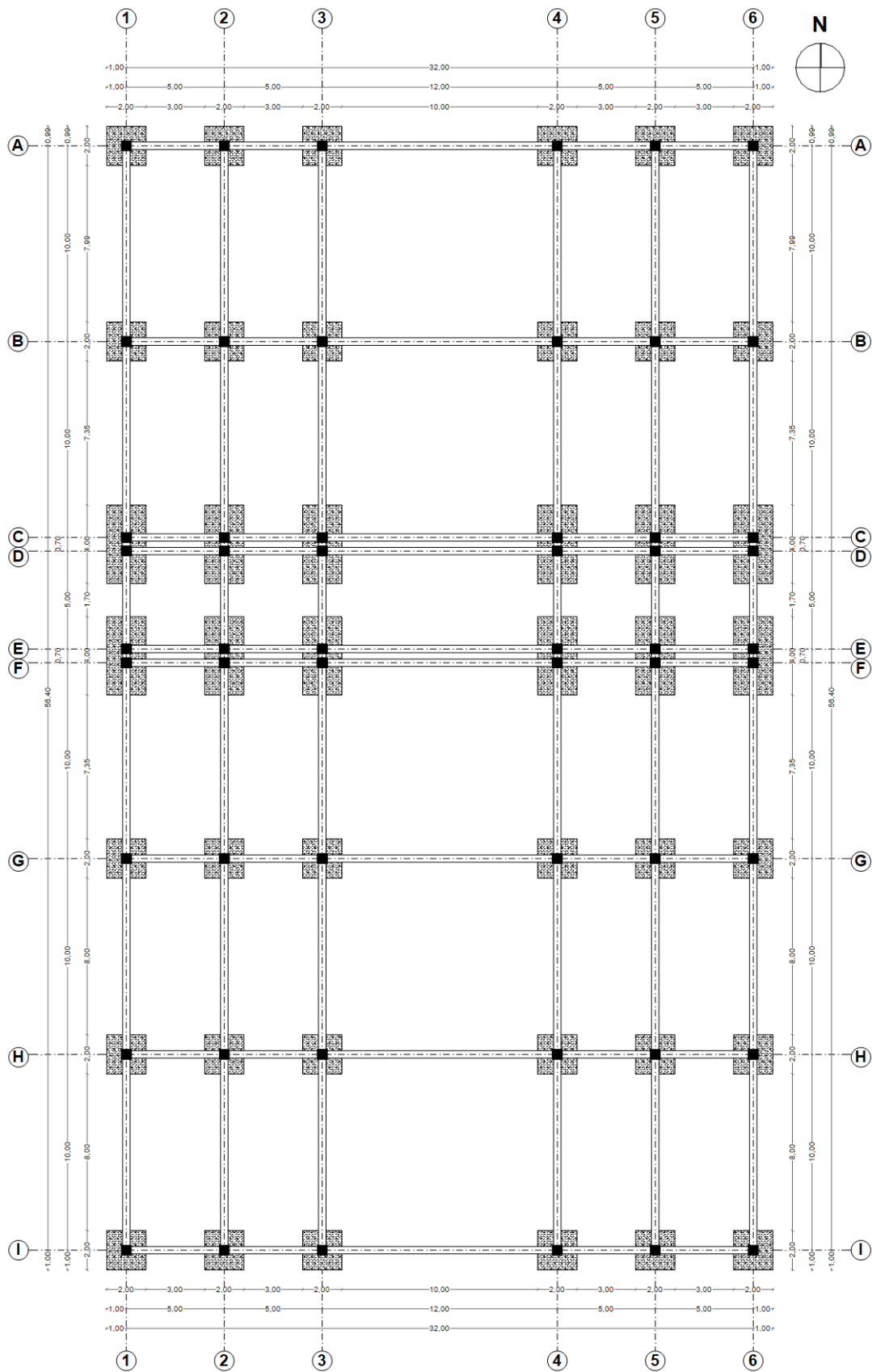


Figura 51: Planta de cimentación

Fuente: Elaboración propia

Plano Subsuelo-Parqueadero escala 1:100

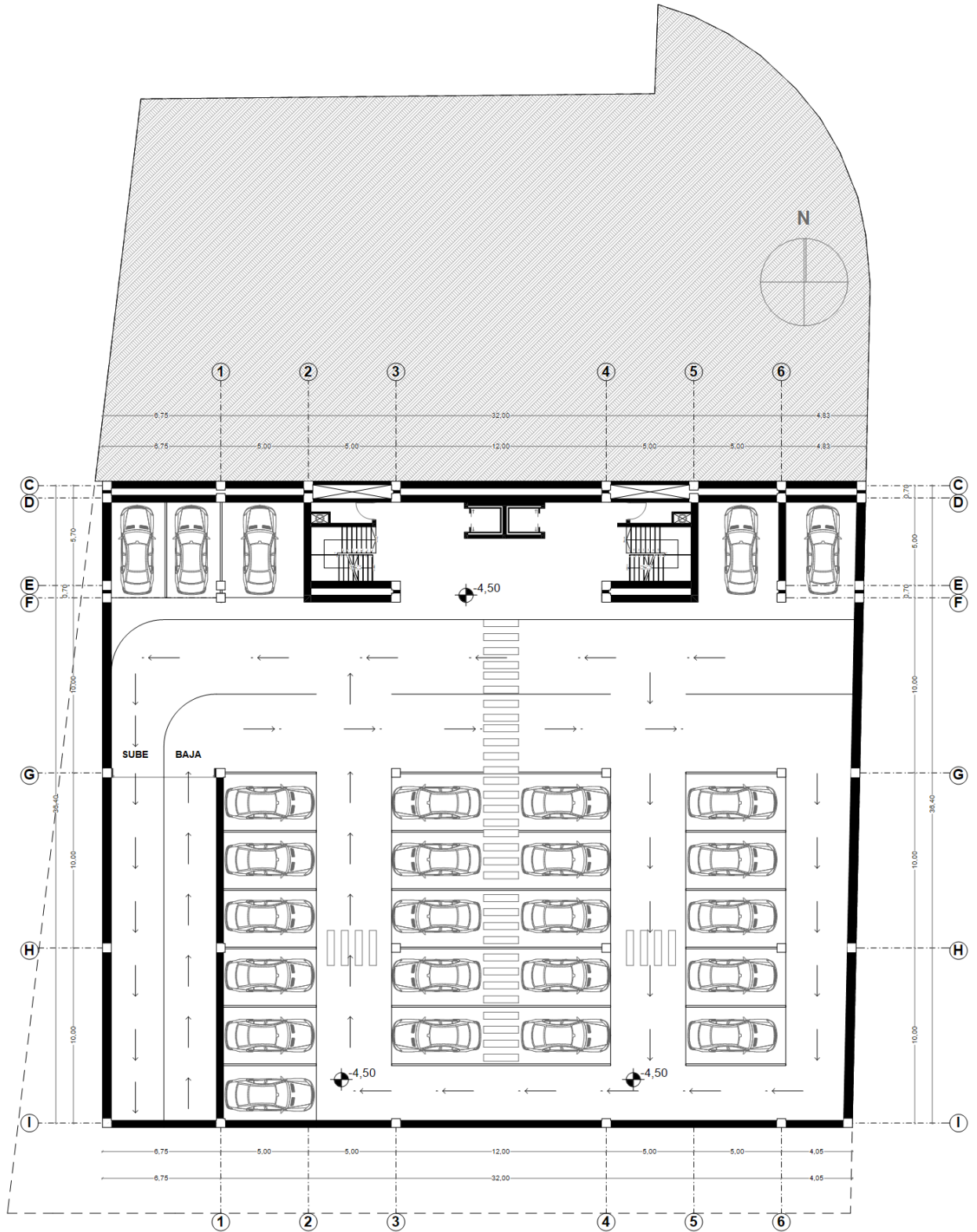


Figura 52: Planta de subsuelo – parqueadero

Fuente: Elaboración propia

Planta 0 comercios.

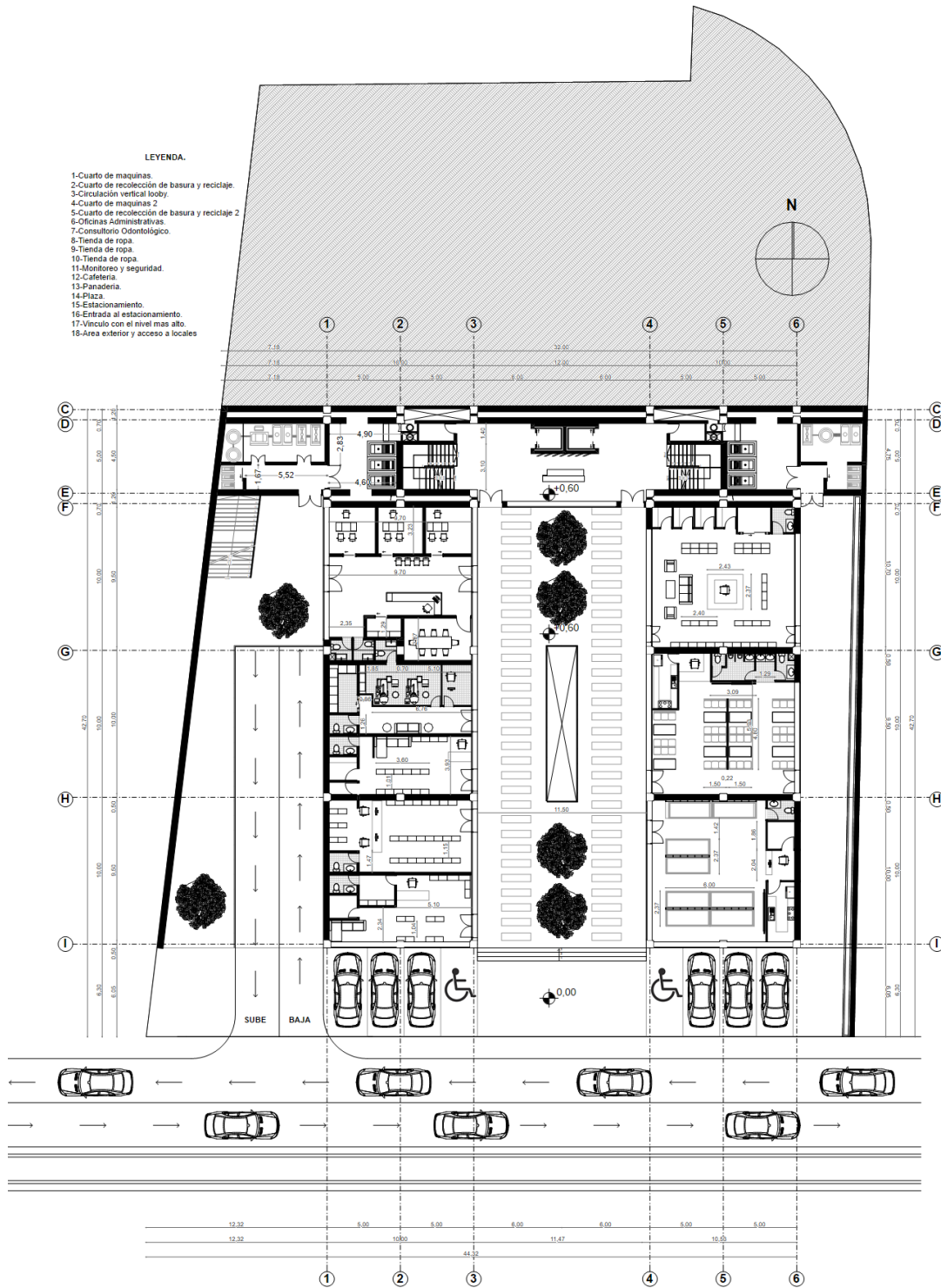


Figura 53: Planta 1

Fuente: Elaboración propia

Planta 1. Escala 1:100

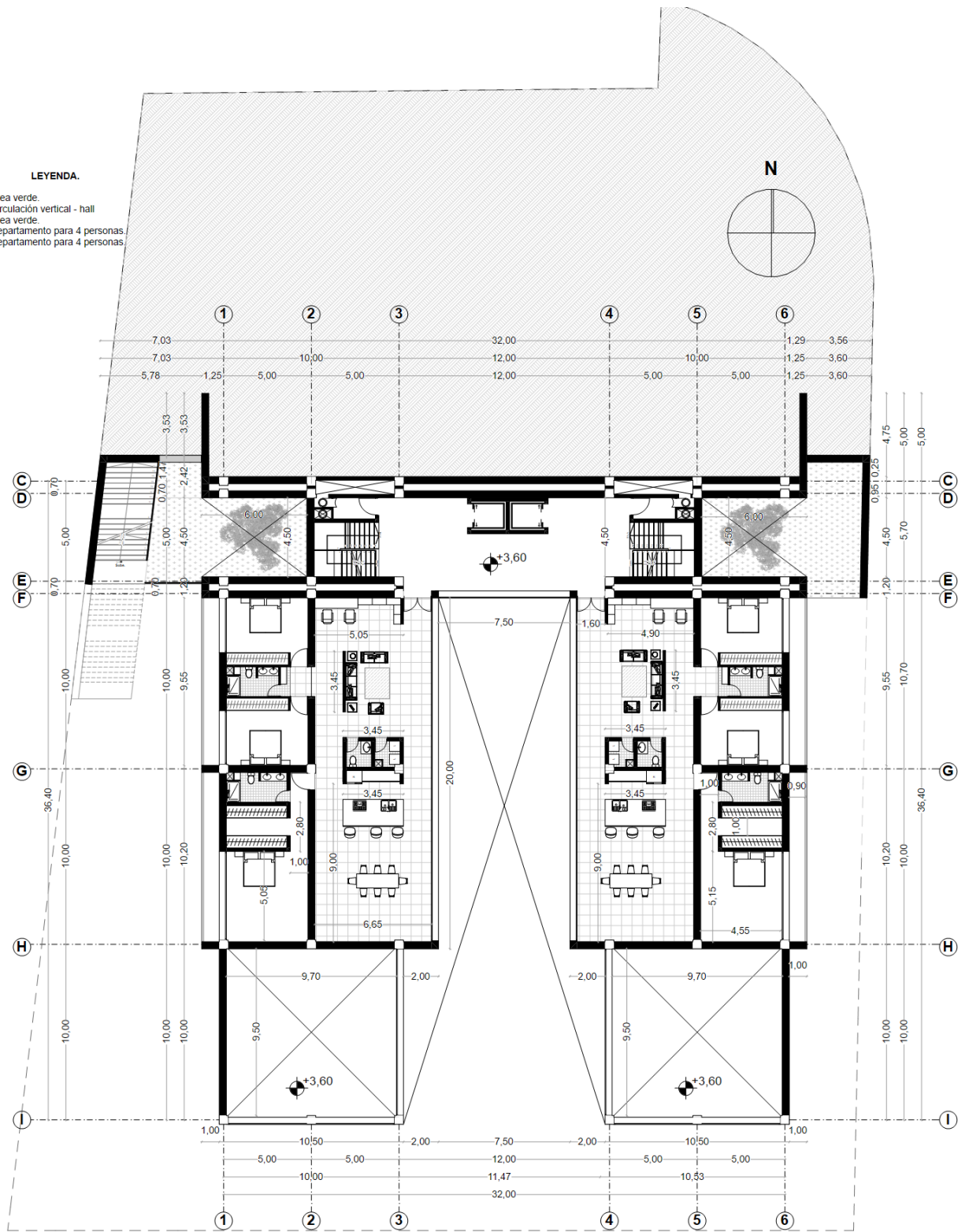


Figura 54: Planta 2

Fuente: Elaboración propia

Planta 2. Escala 1:100

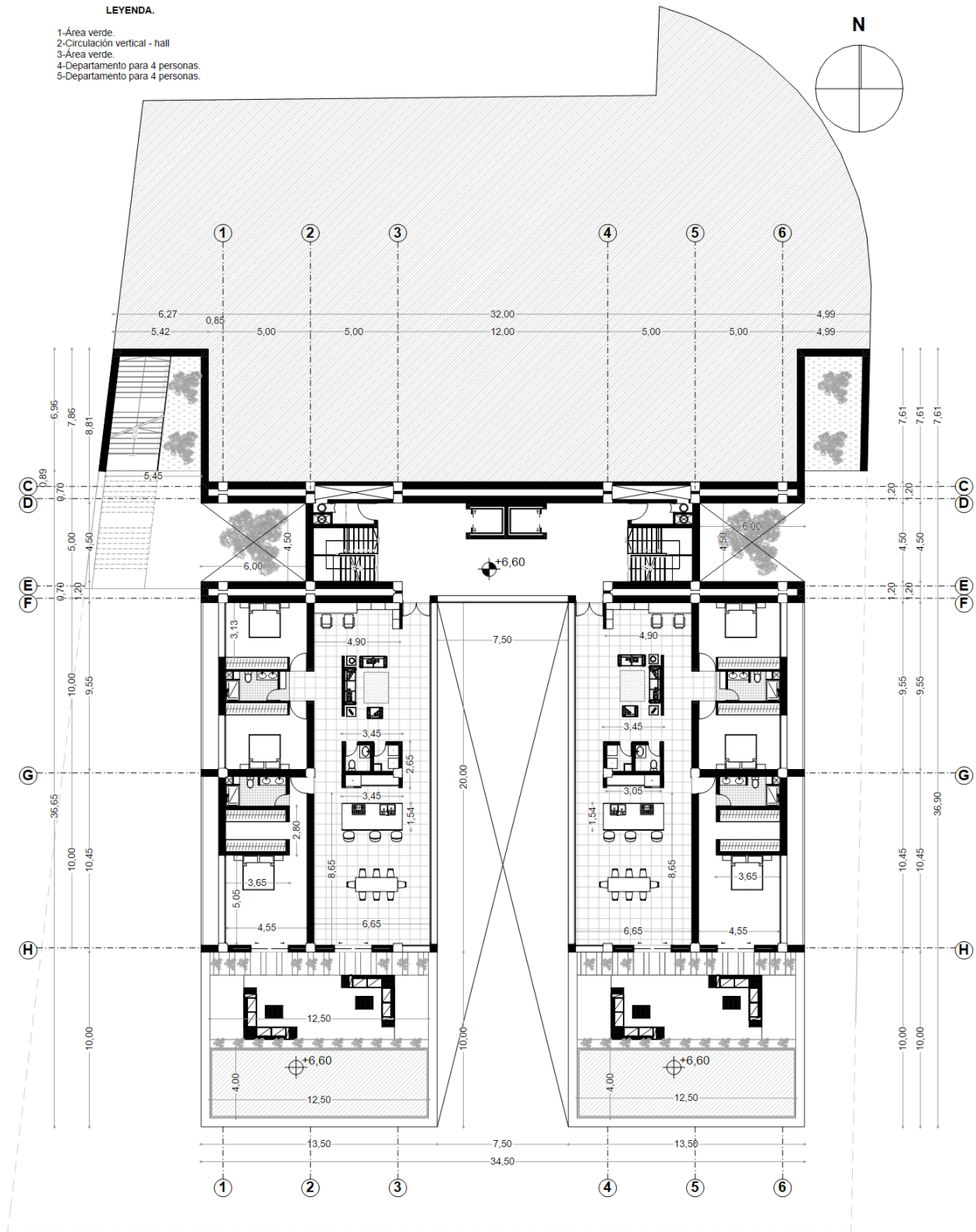


Figura 55: Planta 3

Fuente: Elaboración propia

Planta 3. Escala 1:100

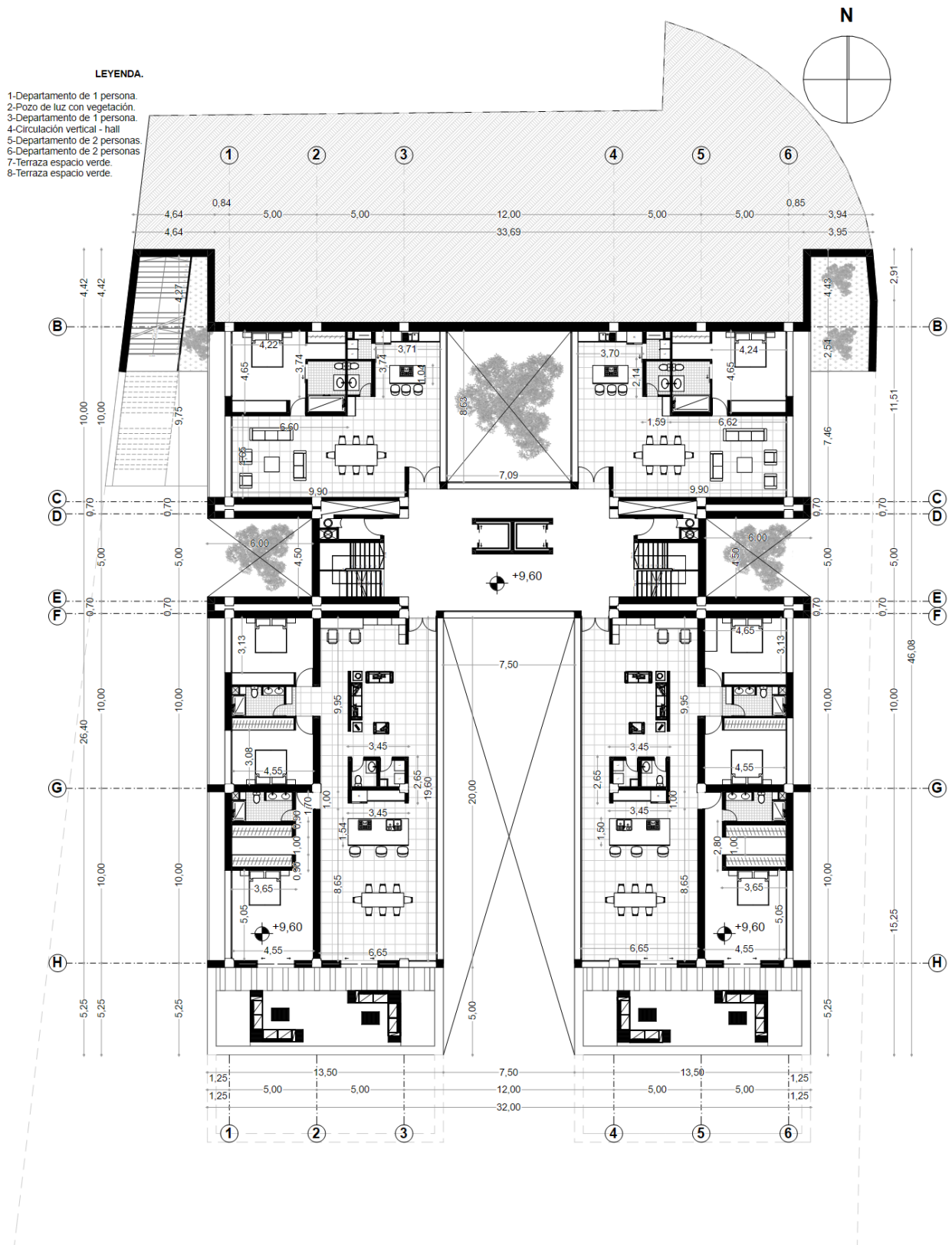


Figura 56: Planta 4

Fuente: Elaboración propia

Planta 4. Escala 1:100

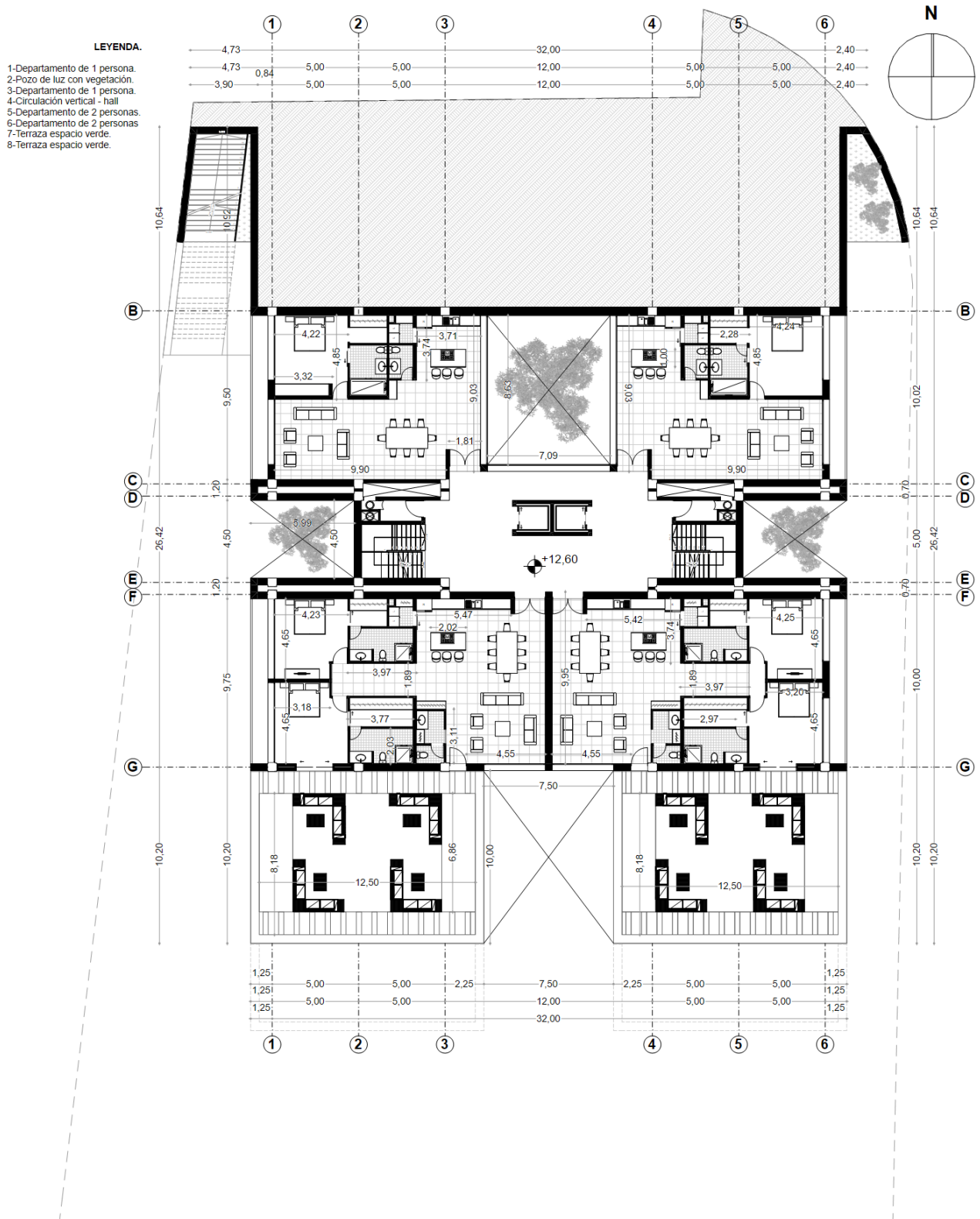


Figura 57: Planta 5

Fuente: Elaboración propia

Planta 5. Escala 1:100

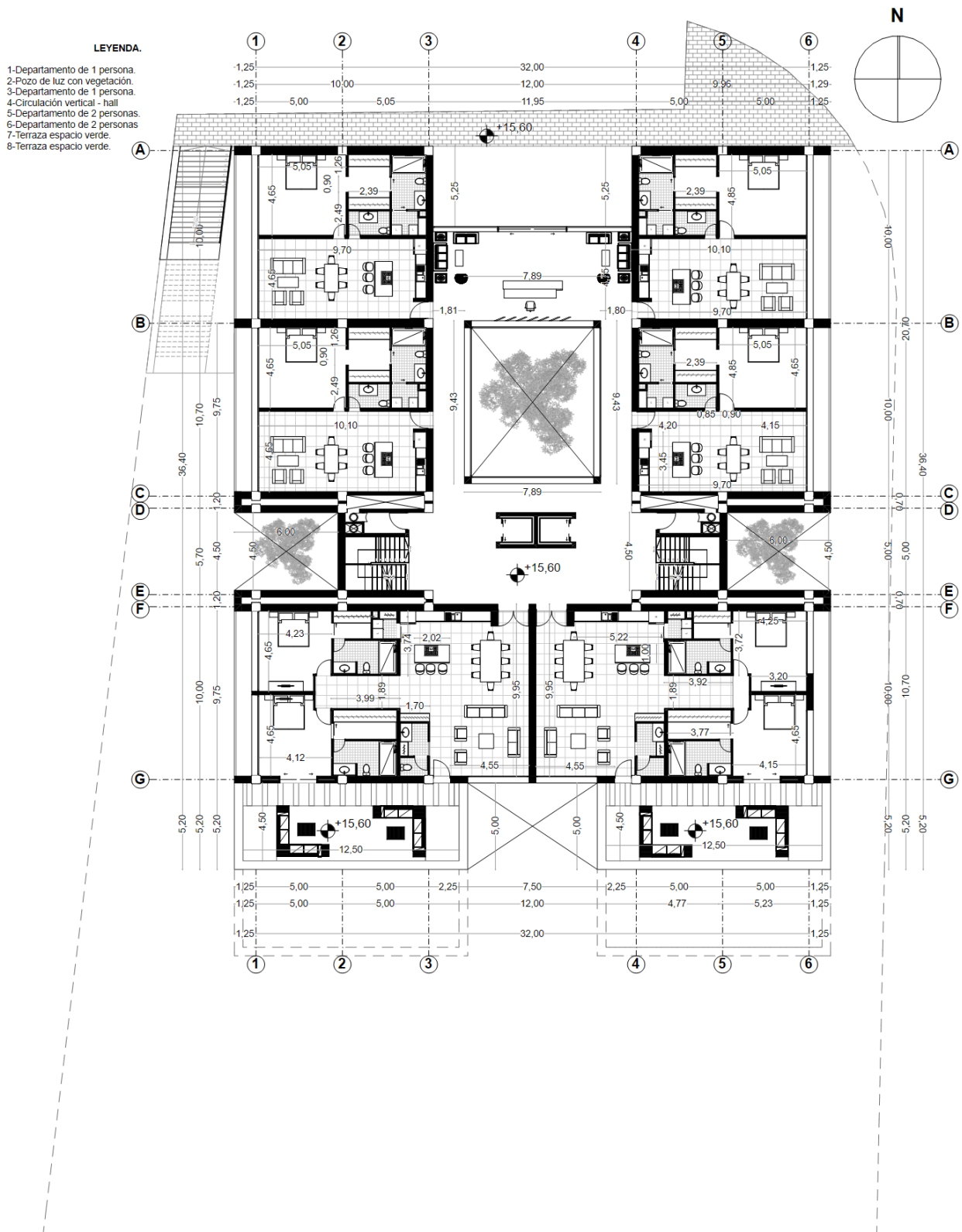


Figura 57: Planta 6

Fuente: Elaboración propia

Planta 6. Escala 1:100

LEYENDA.

- 1-Departamento de 1 persona.
- 2-Pozo de luz con vegetación.
- 3-Departamento de 1 persona.
- 4-Circulación vertical - hall
- 5-Departamento de 2 personas.
- 6-Departamento de 2 personas
- 7-Terraza espacio verde.
- 8-Terraza espacio verde.



Figura 58: Planta 7

Fuente: Elaboración propia

Planta 7. Escala 1:100

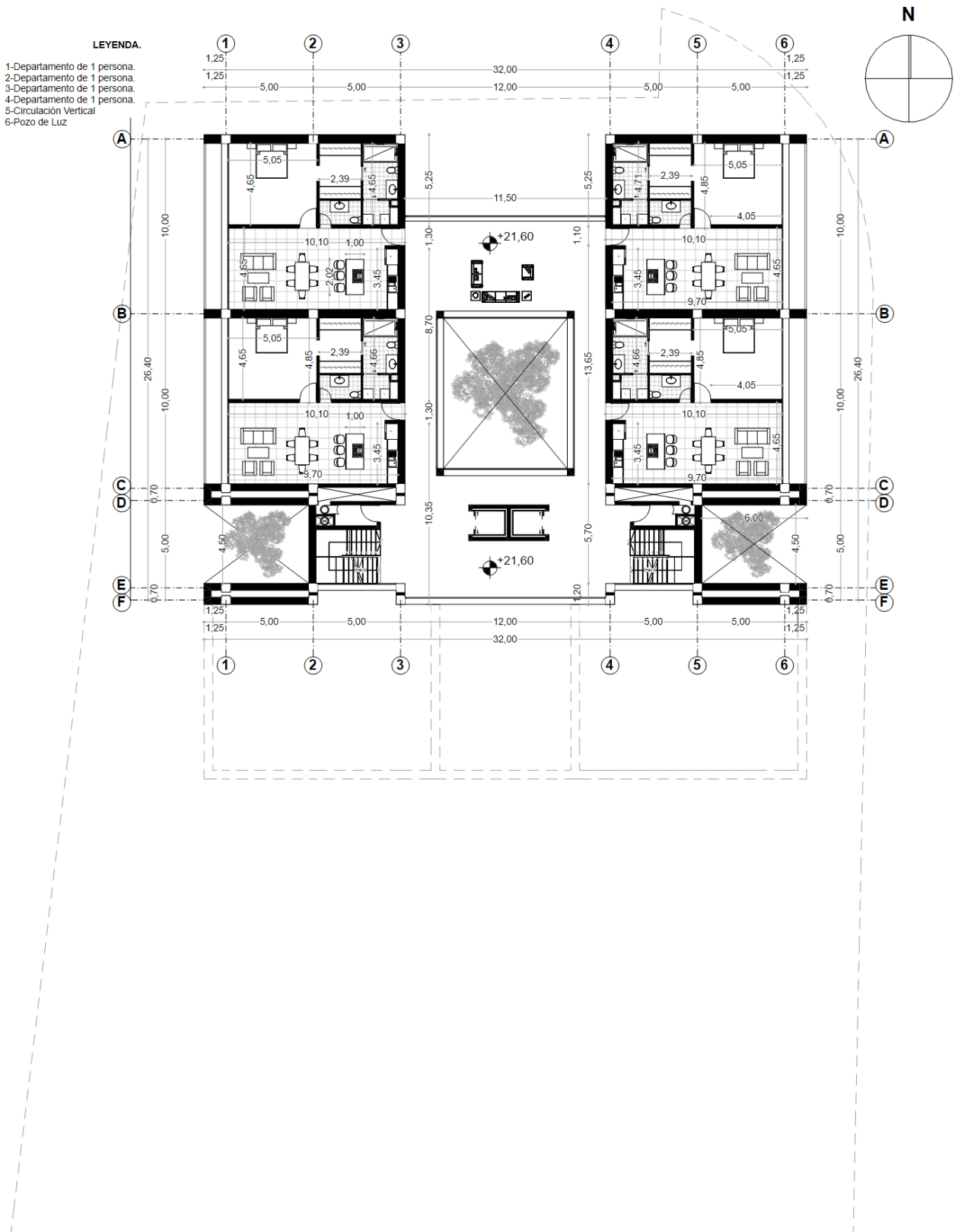


Figura 60: Planta 8

Fuente: Elaboración propia

Planta 8. Escala 1:100

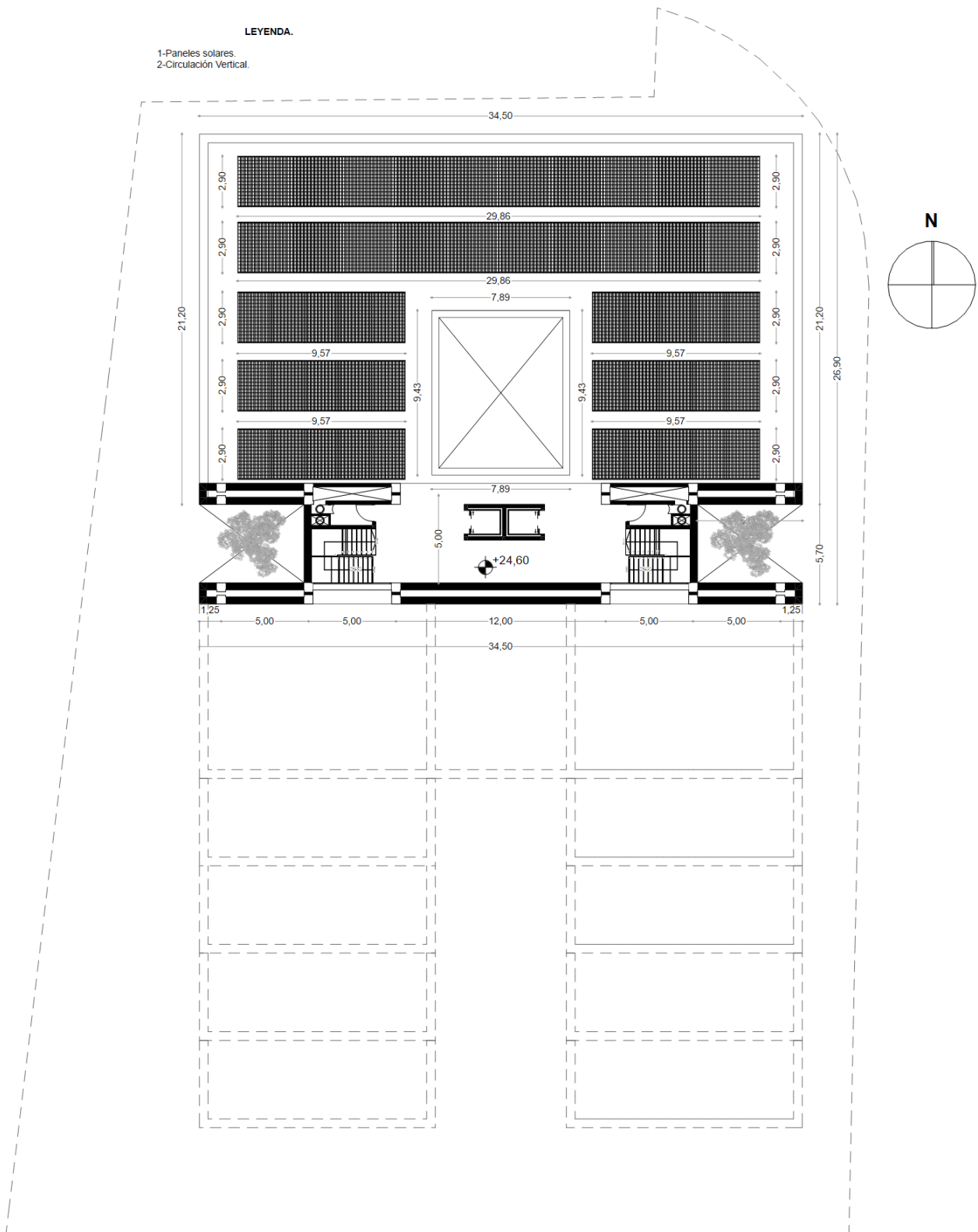


Figura 61: Planta 9

Fuente: Elaboración propia

ELEVACIÓN SUR

La elevación Sur, como fachada principal, aprovecha su orientación para enmarcar vistas panorámicas de Cuenca. Con amplias aberturas acristaladas y balcones, maximiza la entrada de luz natural y conecta visualmente con el entorno. El uso de materiales locales y detalles contextualizados refuerzan su integración con el paisaje urbano, mientras que los elementos verdes aportan sostenibilidad y una conexión directa con la naturaleza.

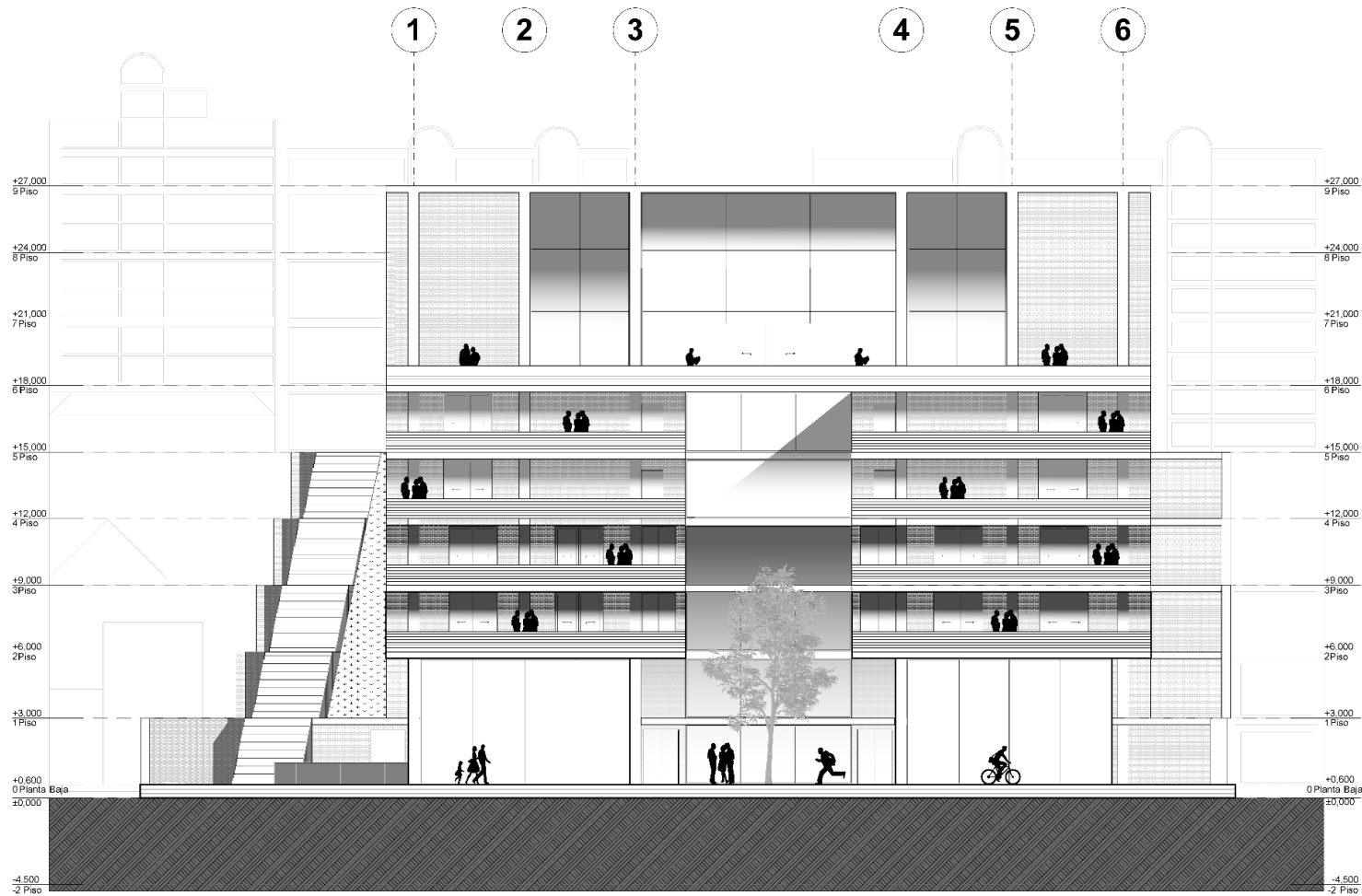


Figura 61: Elevación sur

Fuente: Elaboración propia

ELEVACIÓN NORTE

La fachada Norte, orientada hacia una calle sin salida, se diseña con una composición cerrada para garantizar privacidad, utilizando aberturas controladas. Los materiales y detalles arquitectónicos se integran con el entorno, respetando el carácter del vecindario y creando un diálogo sutil con los edificios circundantes.

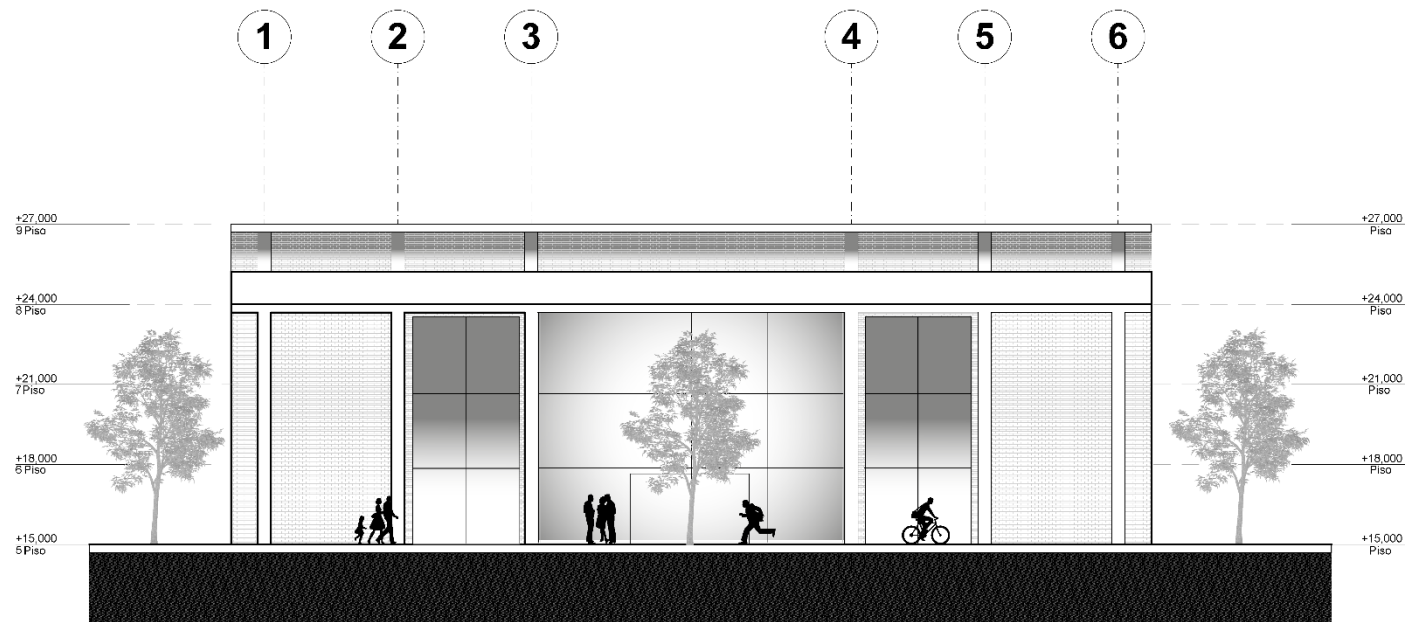


Figura 62: Elevación norte.

Fuente: Elaboración propia

ELEVACIÓN ESTE

La elevación Este se adapta a la escala de la edificación adyacente de tres pisos, respetando los retiros y evitando un impacto visual agresivo. La composición de esta fachada se diseña para lograr una transición suave, utilizando materiales y elementos arquitectónicos que aseguran una integración armónica con el entorno inmediato.

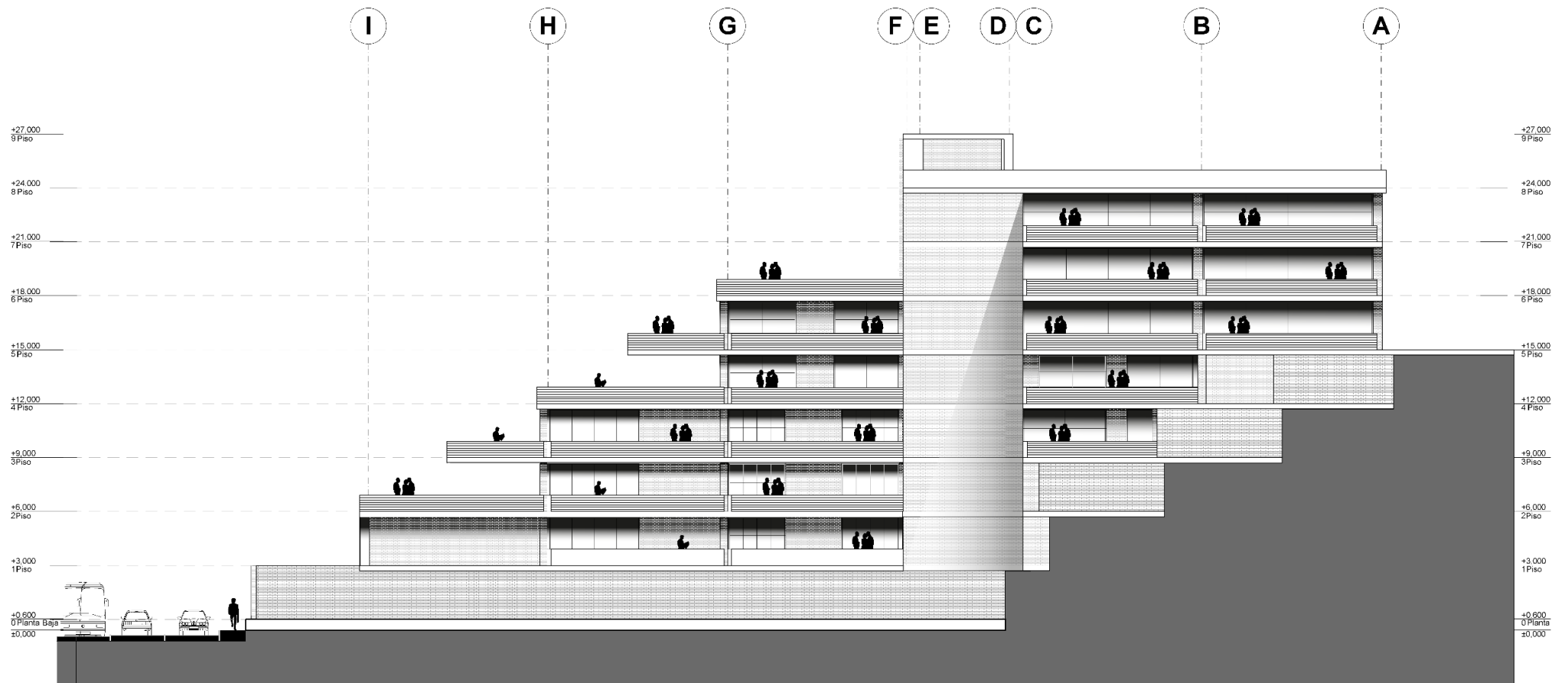


Figura 63: Elevación este.

Fuente: Elaboración propia

ELEVACIÓN OESTE

La elevación Oeste se diseña para una transición fluida entre la vivienda con amplio terreno y las edificaciones circundantes. Con un manejo cuidadoso de la escala y los materiales, esta fachada asegura una integración armoniosa, respetando tanto el entorno natural como el contexto construido.

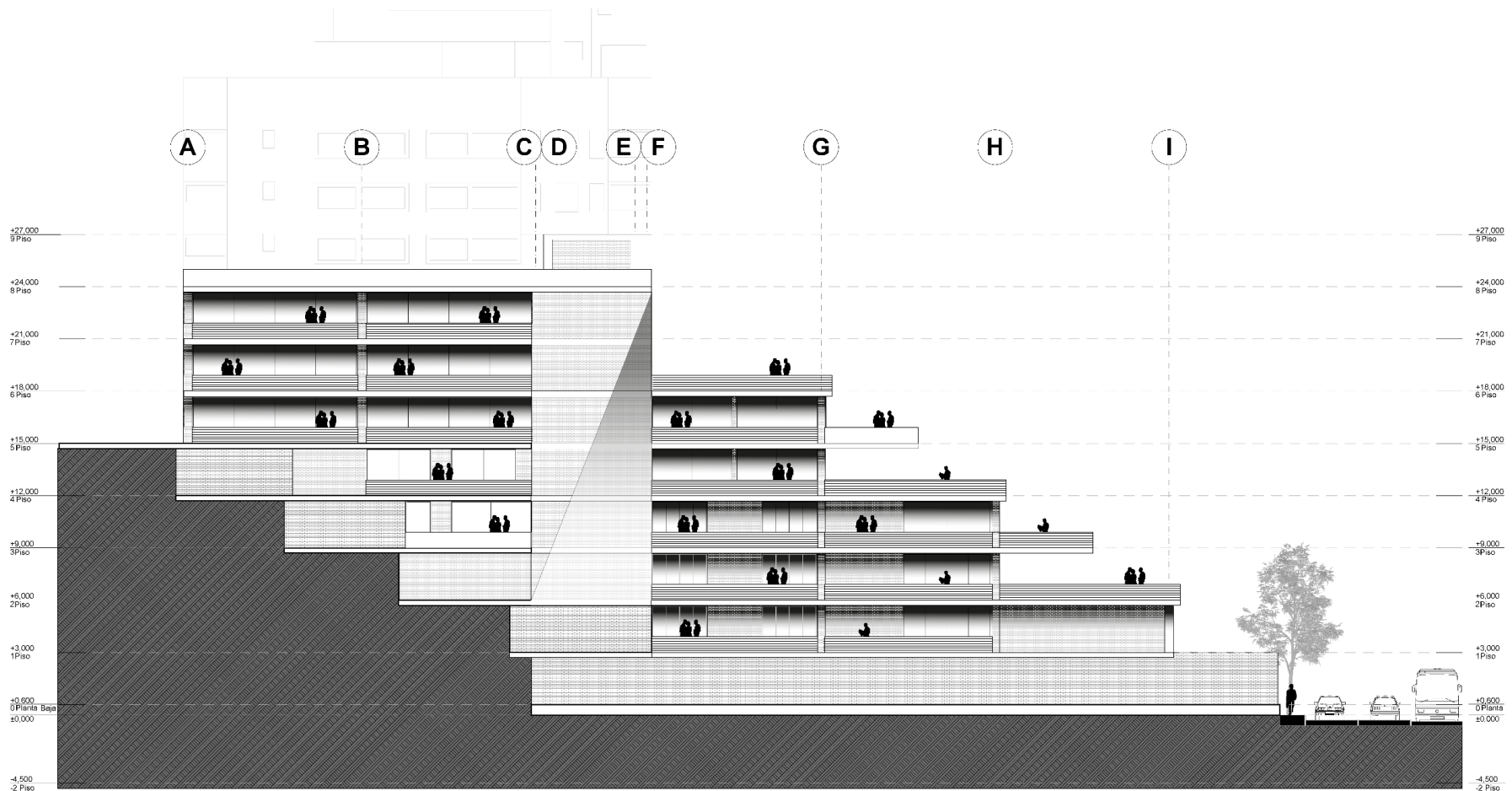


Figura 64: Elevación oeste.

Fuente: Elaboración propia

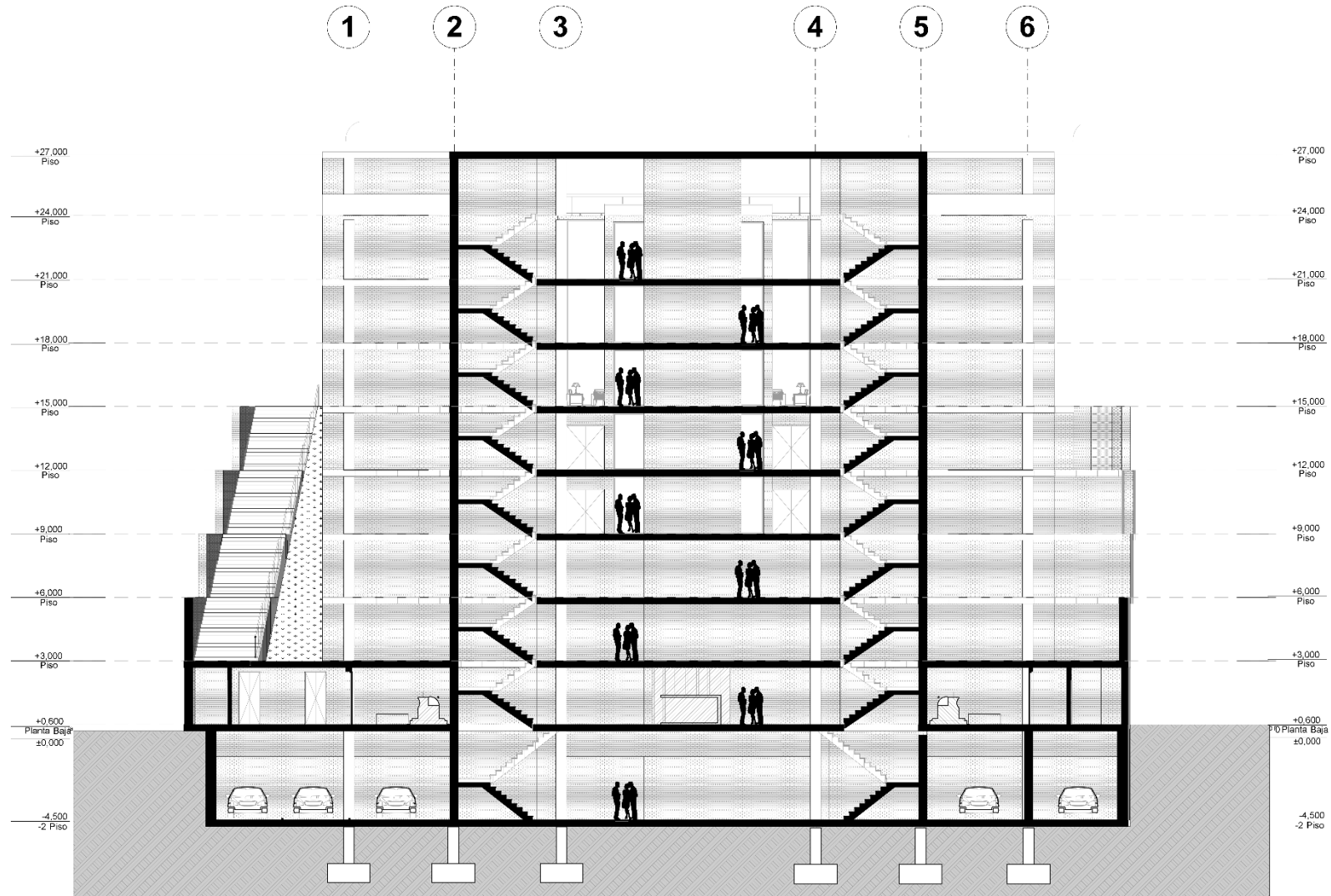


Figura 65: Sección constructiva A-A

Fuente: Elaboración propia

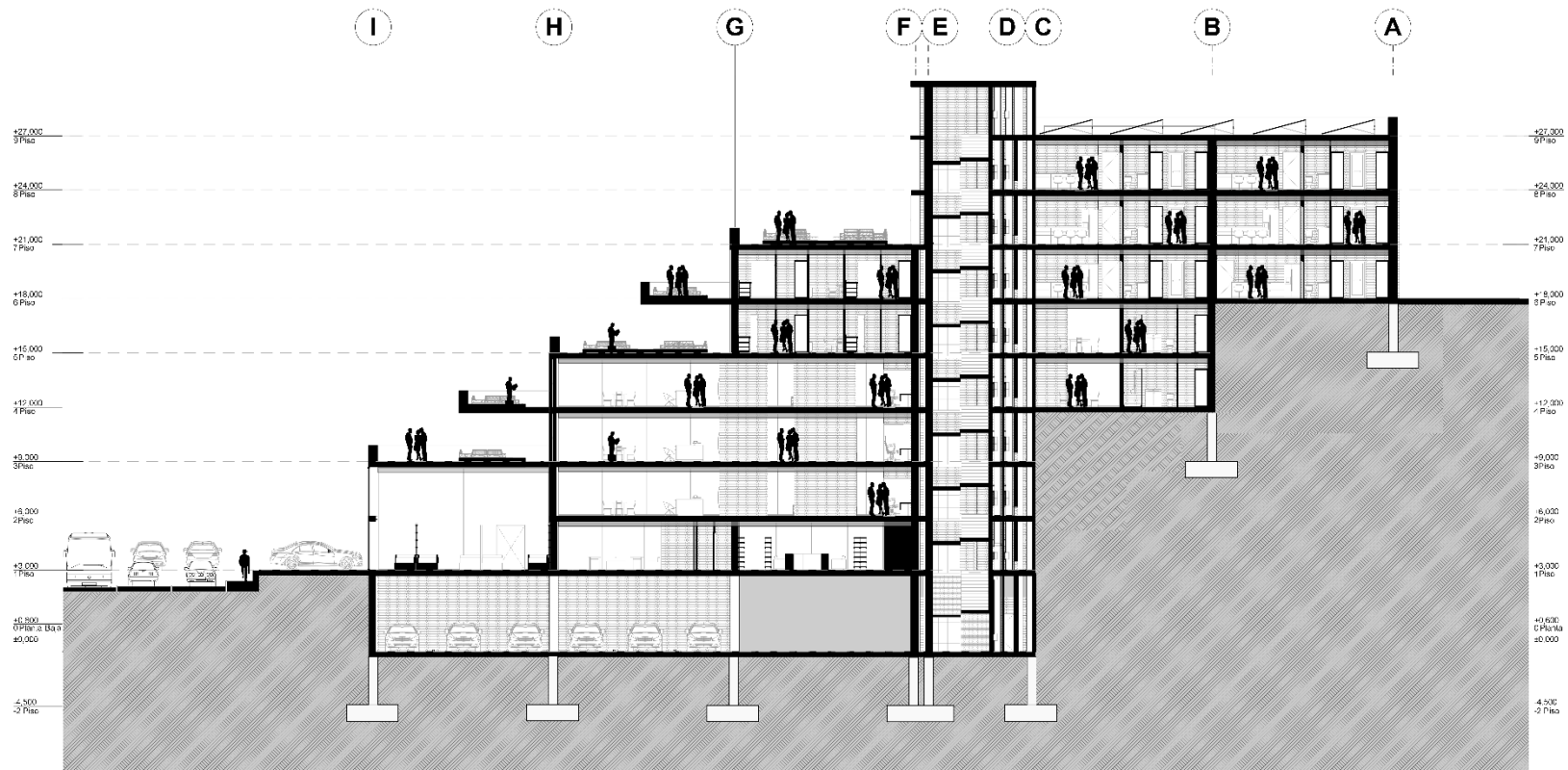


Figura 66: Sección constructiva B-B

Fuente: Elaboración propia



Figura 67: Render exterior Sur.

Fuente: Elaboración propia



Figura 68: Render exterior Oeste.

Fuente: Elaboración propia



Figura 69: Patio central.

Fuente: Elaboración propia



Figura 70: Área exterior de departamentos.

Fuente: Elaboración propia



Figura 71: Local comercial 1.

Fuente: Elaboración propia

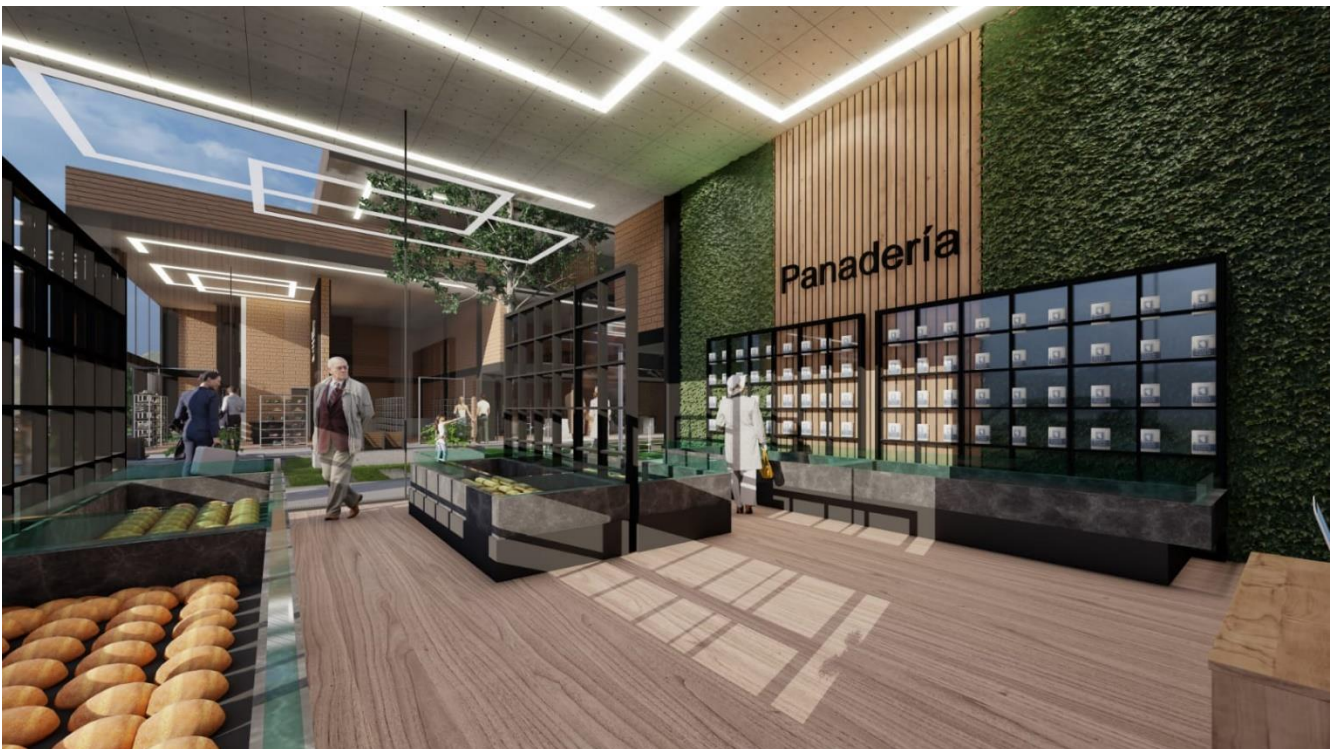


Figura 72: Local comercial 2.

Fuente: Elaboración propia



Figura 73: Departamento tipo 1.

Fuente: Elaboración propia

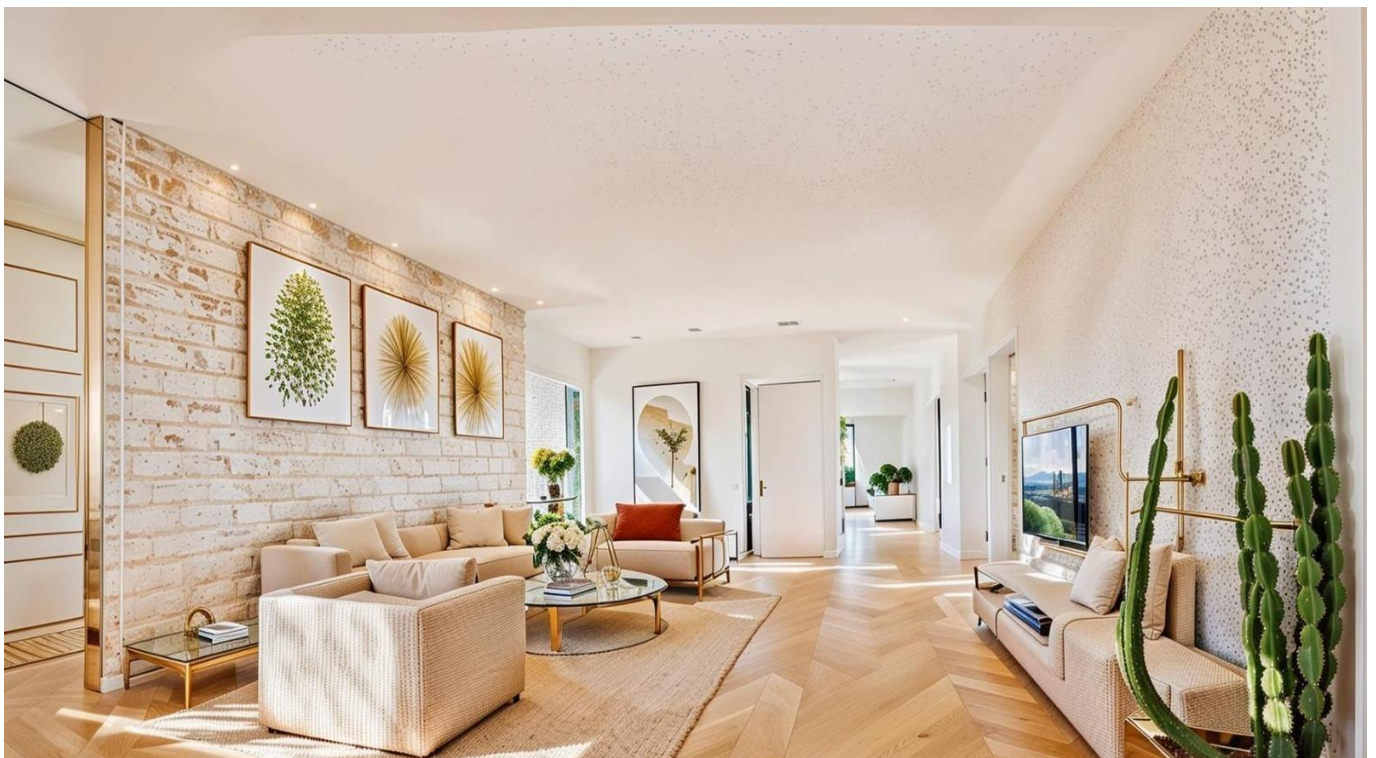


Figura 74: Departamento tipo 3

Fuente: Elaboración propia



Figura 69: Departamento tipo 2.

Fuente: Elaboración propia



Figura 70: Área social.

Fuente: Elaboración propia

4.6 Detalle constructivo de cimentación.

La cimentación presentada en el detalle constructivo es una zapata aislada reforzada, diseñada para soportar cargas significativas y garantizar la estabilidad del edificio. Esta zapata incluye una base de concreto reforzada con barras de acero longitudinales y transversales, estribos para mayor rigidez y varillas de refuerzo vertical que conectan la cimentación con la columna estructural. Además, se incorpora una placa base de columna y conectores de anclaje para asegurar la transferencia eficiente de cargas. Todo esto está rodeado por un terreno adecuadamente compactado y una capa de nivelación, proporcionando una base sólida y resistente para la estructura superior (Ver Figura 76).

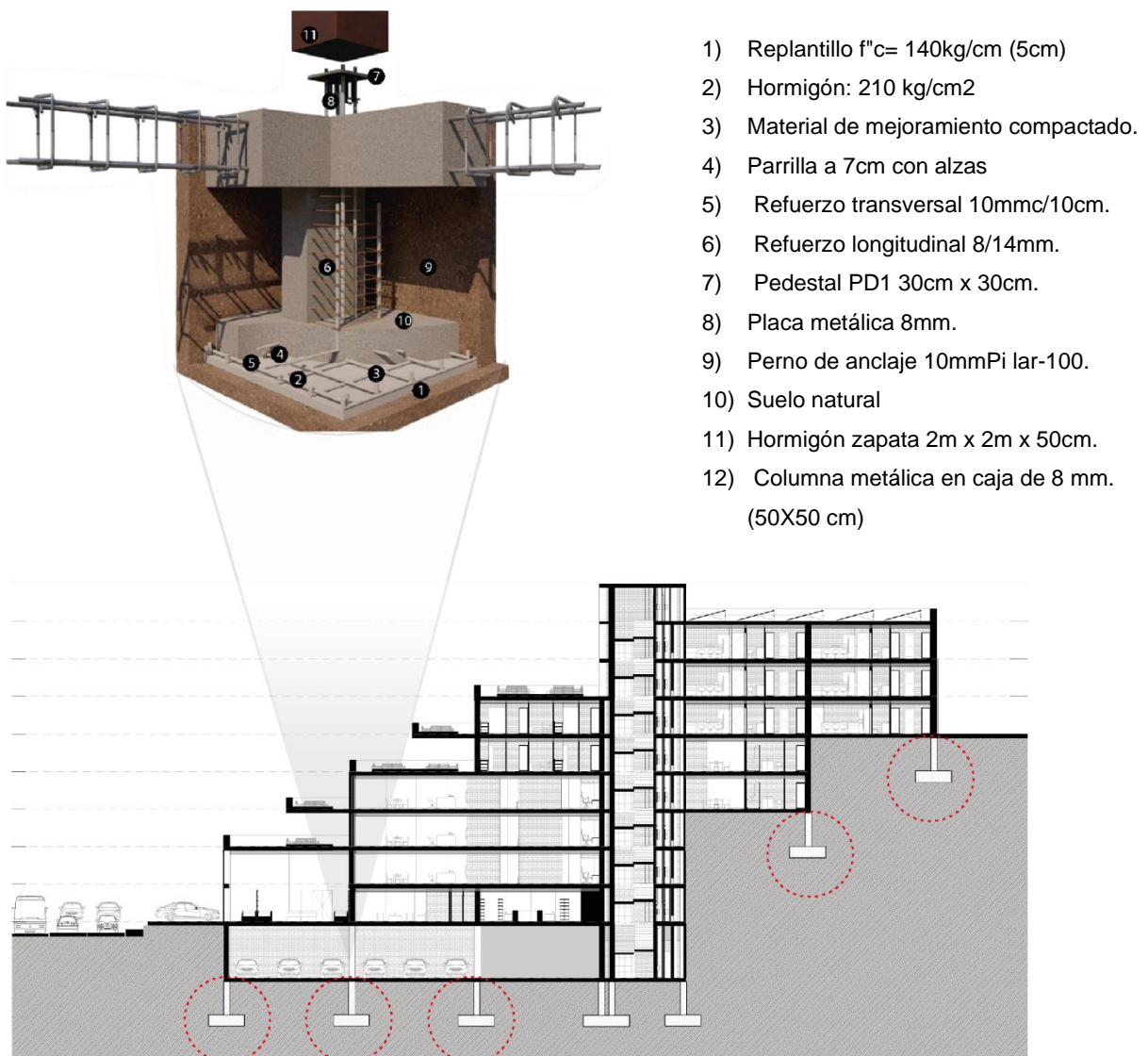


Figura 75: Detalle constructivo de cimentación

Fuente: Elaboración propia.

4.7 El detalle constructivo del panel solar fotovoltaico.

El detalle constructivo del panel solar fotovoltaico muestra las diversas capas que componen su estructura para optimizar la captación y conversión de energía solar en electricidad. El panel está compuesto por una cubierta de vidrio templado (1), una capa de encapsulante EVA (2), las células fotovoltaicas (3), otra capa de encapsulante EVA (4), una lámina posterior de protección (5), un marco de aluminio (6), una caja de conexiones (7) y conectores (8). Esta disposición asegura la durabilidad, eficiencia y protección del panel contra los elementos externos, garantizando un rendimiento óptimo en la generación de energía (Ver Figura 77).

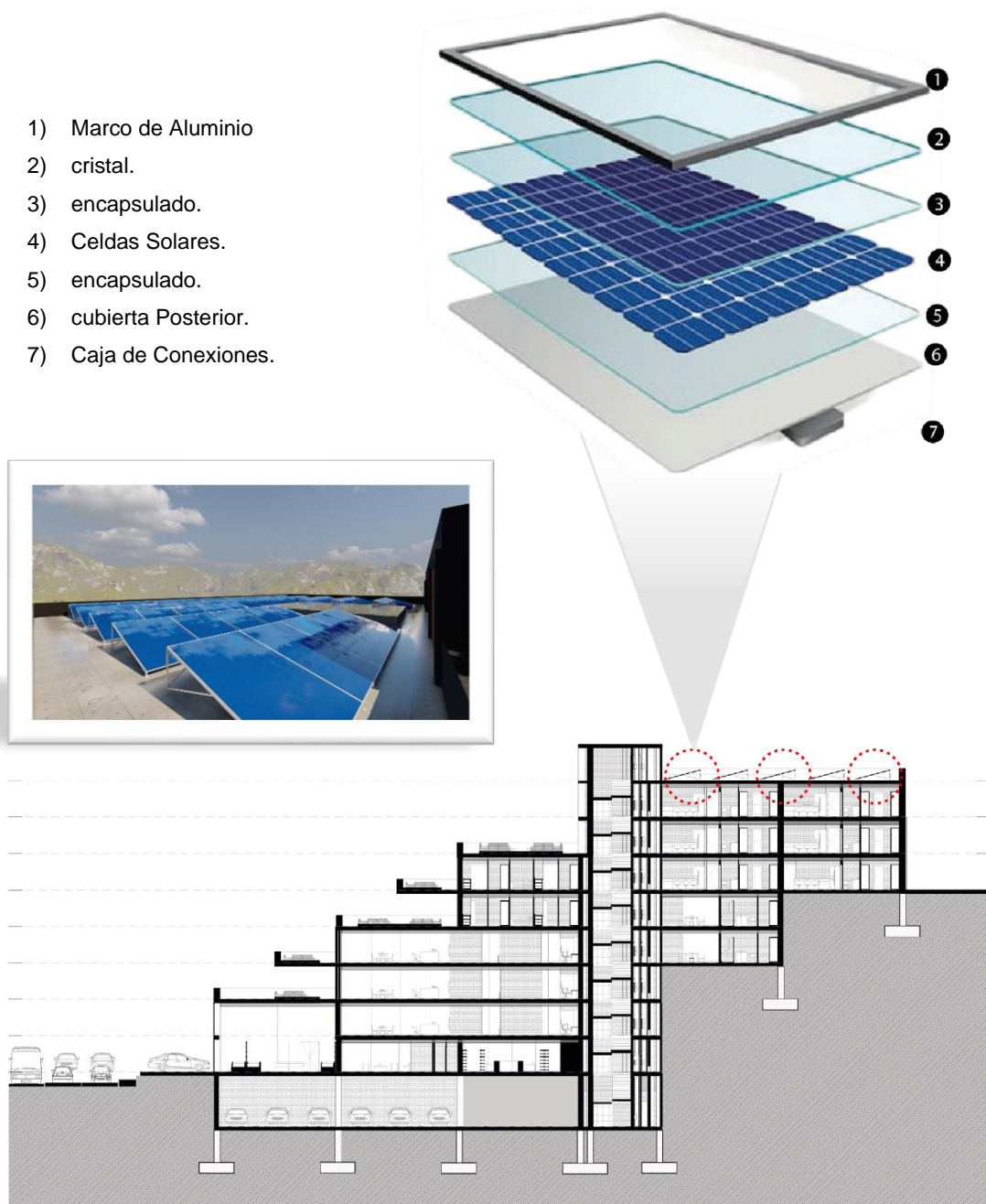


Figura 76: Detalle de panel solar fotovoltaico---

Fuente: Elaboración propia.

4.8 Instalación de un Sistema de Paneles Solares sobre Cubierta: Integración y Eficiencia Energética.

El detalle constructivo muestra la instalación de un sistema de paneles solares sobre una cubierta, destacando la integración de múltiples capas y componentes esenciales para asegurar la eficiencia y durabilidad del sistema. La estructura incluye una base de soporte adecuada, capas de aislante térmico e impermeabilización, y un sistema de refuerzo que garantiza la estabilidad. Los paneles solares están montados sobre una estructura inclinada para optimizar la captación solar, y se conectan a un sistema de almacenamiento y control de energía, permitiendo una gestión eficiente de la energía generada (Ver Figura 78).

- 1) Viga principal IPE 300 de 8mm.
- 2) Herraje metálico 6mm - pie de amigo.
- 3) Columna metálica en caja de 8mm.
- 4) Viga secundaria 40cm x 30cm
- 5) Placa colaborante noalosa 4,00 x 0,96 x 0,75mm.
- 6) Hormigón F'c= 210kg/cm².
- 7) Malla electrosoldada R84
- 8) Alzas de 5cm PVC.
- 9) Paneles Fotovoltaicos 560 W.
- 10) Marco de aluminio.

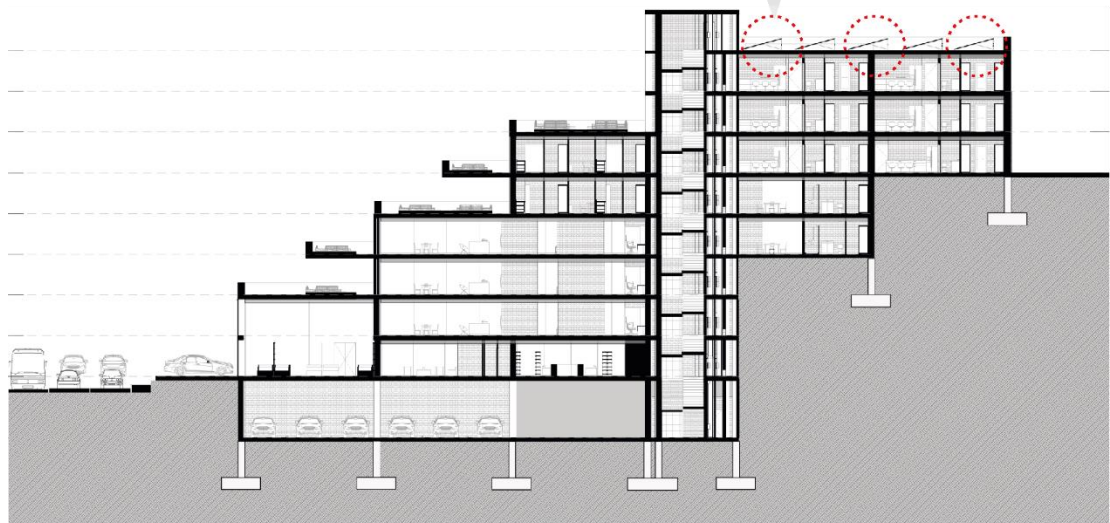
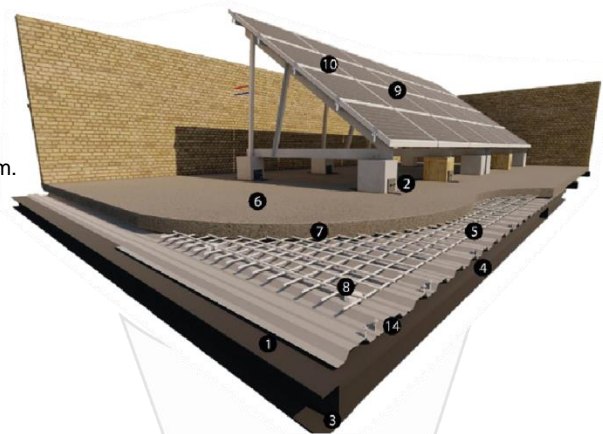


Figura 77: Instalación de un sistema de paneles solares sobre cubierta.

Fuente: Elaboración propia.

4.9 Detalle Constructivo de una Cimentación con Muro de Contención

El detalle constructivo muestra la interacción entre una cimentación y un muro de contención, resaltando los elementos críticos para garantizar la estabilidad y resistencia de la estructura. Se observa la cimentación profunda que soporta el peso del muro y distribuye las cargas al suelo, mientras que el muro de contención está reforzado para resistir las presiones laterales del terreno. Los componentes incluyen refuerzos de acero tanto horizontales como verticales, capas de impermeabilización y drenaje para evitar acumulaciones de agua, y una base sólida que asegura la durabilidad y funcionalidad del sistema en su conjunto (Ver Figura 79).

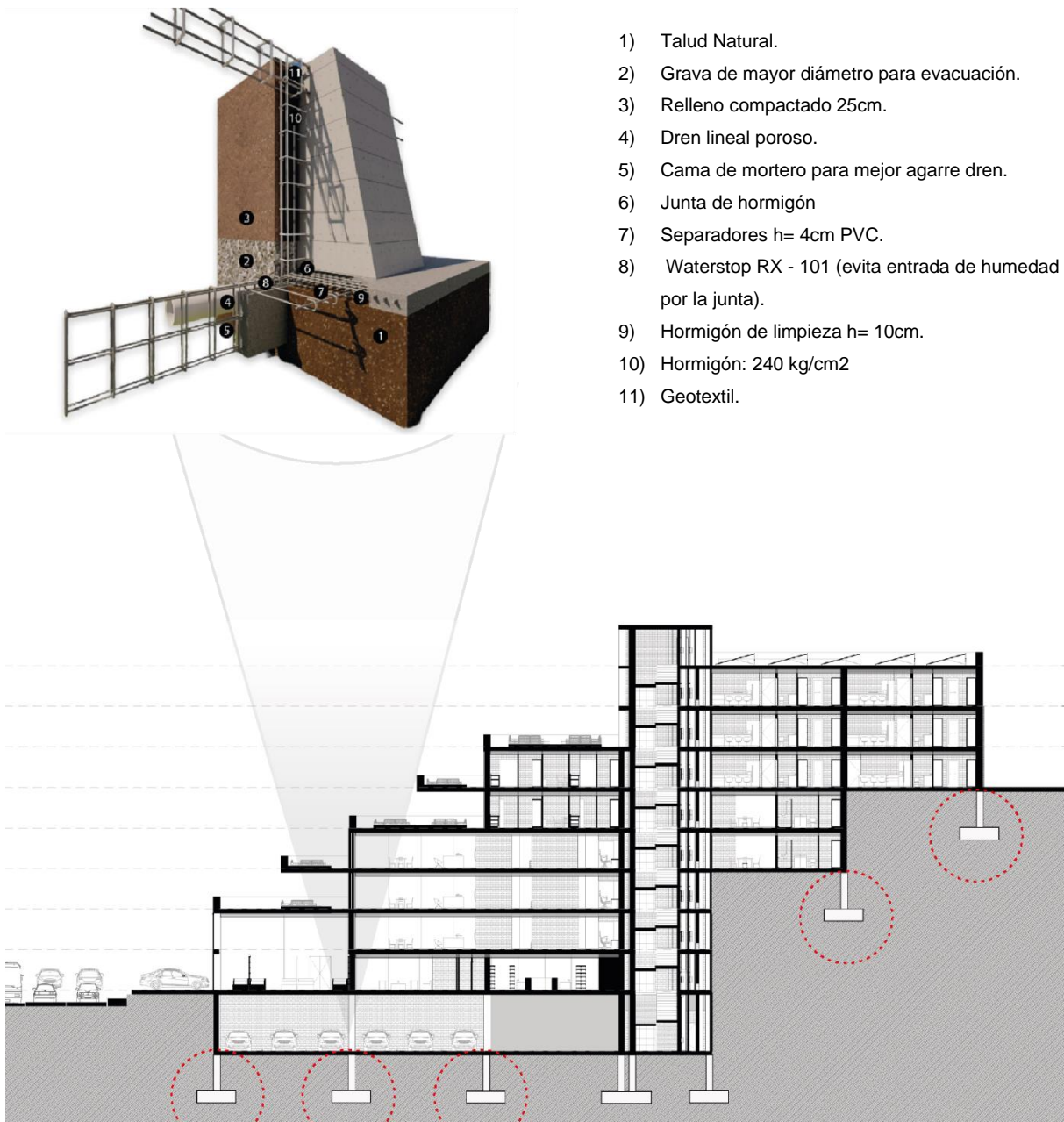


Figura 78: Detalle constructivo de una cimentación con muro de contención

Fuente: Elaboración propia.

4.10 Detalle Constructivo de Estructura de Piso

El detalle constructivo ilustra la composición de una estructura de piso con refuerzos metálicos y capas de acabado que garantizan la estabilidad y el confort. La estructura incluye una viga principal en IPE 300 de 8mm, reforzada con herrajes metálicos y columnas de caja de 8mm. Las vigas secundarias de 40cm x 30cm sostienen una placa colaborante novalosa, sobre la cual se coloca hormigón con una resistencia de 210kg/cm². Además, se incorporan elementos de aislamiento térmico, espuma de polietileno expandido y un piso flotante AC4 de 8mm para proporcionar un acabado estético y funcional. El diseño asegura una estructura robusta y eficiente, adecuada para diversas aplicaciones arquitectónicas (Ver Figura 80).

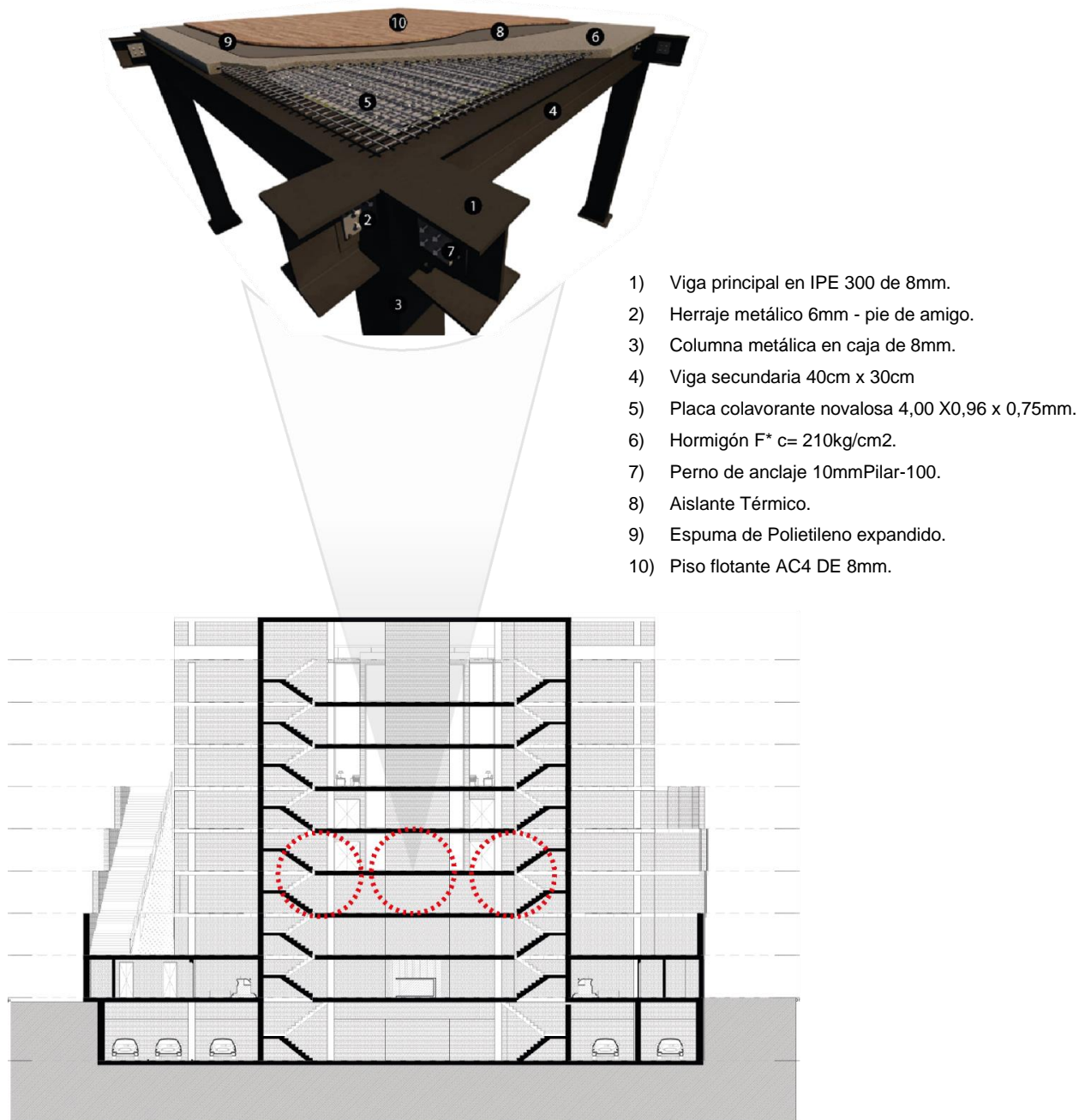


Figura 79: Detalle constructivo de estructura de piso

Fuente: Elaboración propia.

4.11 Informe Profesional del Consumo Eléctrico del Edificio Multifamiliar en Cuenca, Ecuador

En el desarrollo de mi propuesta de tesis, titulada “Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante la Implementación de Paneles Solares”, fue fundamental contar con herramientas necesarias que permitan calcular de manera efectiva la cantidad de paneles solares necesarios, así como las especificaciones técnicas que garantizaran un rendimiento óptimo del sistema fotovoltaico en función de las características del edificio.

Para lograr este objetivo, utilicé **Solarios PV**, un simulador avanzado de paneles fotovoltaicos, que resultó esencial para realizar los cálculos y estimaciones energéticas del proyecto. Gracias a esta herramienta, fue posible modelar el comportamiento de los paneles solares bajo diferentes condiciones ambientales, tomando en cuenta variables críticas como la irradiancia solar disponible en la ubicación del edificio, la inclinación y orientación de los módulos, la presencia de sombras, y la temperatura ambiente.

Solarios PV me permitió no solo determinar la cantidad exacta de paneles que serían necesarios para abastecer las áreas de circulación del edificio, sino obtener también información detallada sobre las especificaciones técnicas, tales como la potencia nominal, la eficiencia de los módulos y el sistema de almacenamiento requerido. Estas simulaciones y cálculos fueron fundamentales para optimizar el diseño del sistema fotovoltaico, asegurando que el edificio multifamiliar propuesto en mi tesis cumpla con los objetivos de eficiencia energética y sostenibilidad planteados desde un inicio.

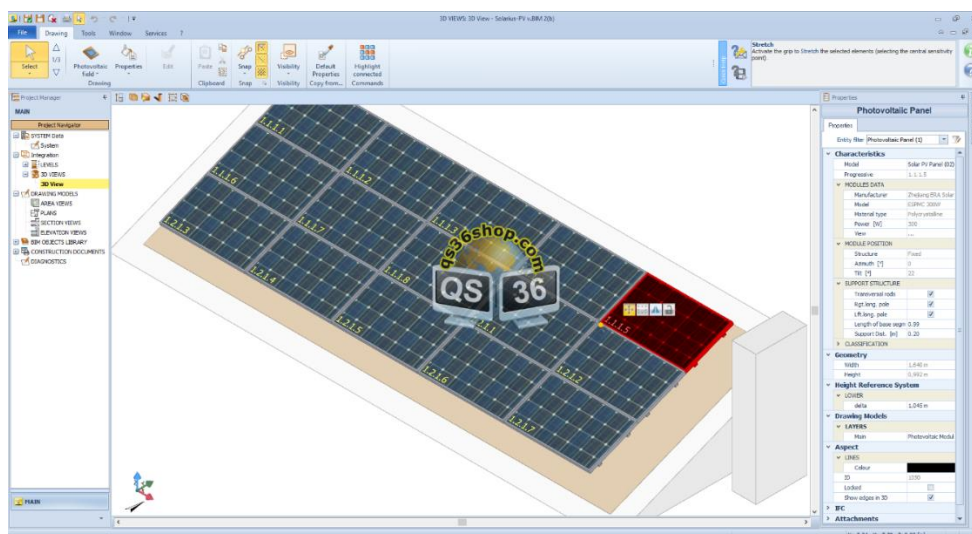


Figura 80: Solarios PV

Fuente: Elaboración propia.

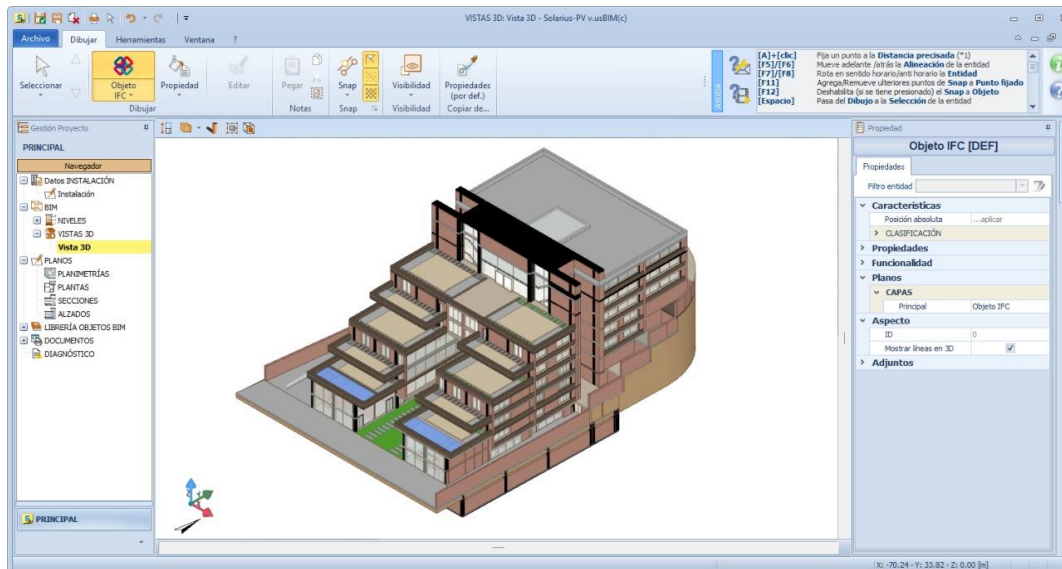


Figura 81: Solarios PV vista 3D

Fuente: Elaboración propia.

Descripción General del Edificio

El informe presenta un análisis exhaustivo del consumo eléctrico de un edificio multifamiliar de 8 pisos ubicado en Cuenca, Ecuador. El edificio incluye áreas residenciales, comerciales, comunes y de estacionamiento. El objetivo es proporcionar un desglose detallado del consumo energético estimado, incluyendo electrodomésticos y accesorios, y calcular el consumo eléctrico diario, mensual y anual. El análisis será crucial para la planificación de la infraestructura eléctrica del edificio y para prever los costos operativos a largo plazo.

Datos clave del edificio:

- **Superficie del terreno:** 2880 m²
- **Altura:** 8 pisos
- **Área total construida:** Aproximadamente 900,154 m²
- **Uso principal:** Residencial y comercial, con áreas dedicadas a servicios y estacionamiento.

Análisis de Consumo Eléctrico por Planta y Área Funcional

El análisis desglosa el consumo eléctrico estimado para cada área y planta del edificio, tomando en cuenta los electrodomésticos y accesorios más comunes.

1. Planta Baja

Áreas Funcionales:

- **Lobby y Recepción:** Punto central de entrada y salida del edificio, con flujo constante de personas.
- **Sala de Espera:** Espacio para visitantes y residentes.
- **Panadería y Cafetería:** Área comercial que puede tener un alto consumo energético debido a los electrodomésticos.
- **Gimnasio:** Equipado con máquinas de ejercicio que requieren un suministro constante de energía.
- **Salón de Eventos:** Utilizado para reuniones y eventos, con requerimientos de audio y climatización.
- **Áreas de Circulación:** Incluye pasillos y escaleras, iluminados de forma continua.

Equipos y Consumo Eléctrico:

Tabla 17: Consumo diario (kWh) planta baja.

| Área | Equipos/Accesorios | Consumo Diario Estimado (kWh) |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Lobby y Recepción | Iluminación LED, Aire Acondicionado | 10 kWh |
| Sala de Espera | Iluminación LED, Ventiladores de techo/pared | 5 kWh |
| Panadería y Cafetería | Horno eléctrico, Cafeteras, Refrigeradores, Iluminación LED | 20 kWh |
| Gimnasio | Máquinas de ejercicio (caminadoras, bicicletas), Televisores, Iluminación LED | 15 kWh |
| Salón de Eventos | Iluminación LED, Sistema de audio, Aire Acondicionado | 15 kWh |
| Áreas de Circulación | Iluminación LED | 5 kWh |

Total, Consumo Planta Baja: 80 kWh/día

Fuente: Elaboración propia.

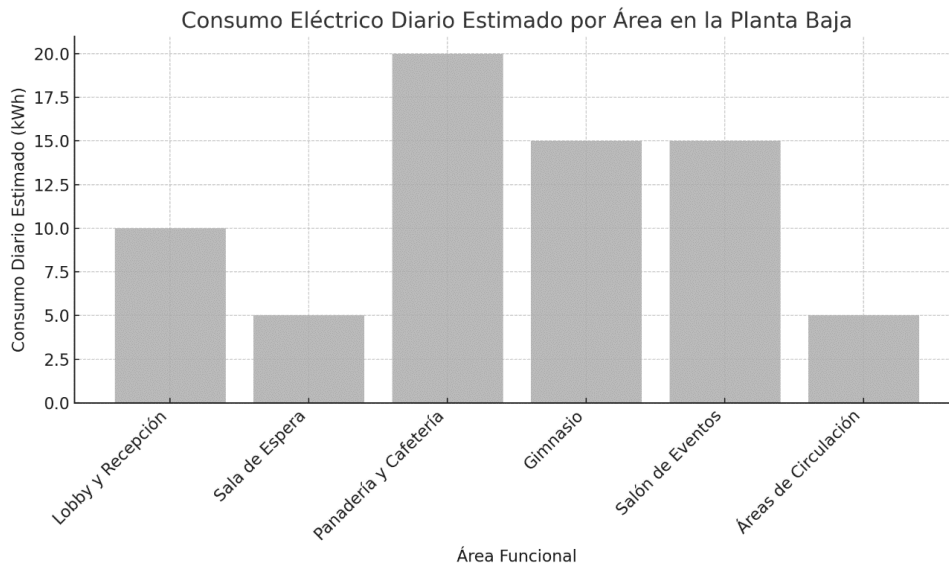


Figura 82: Consumo eléctrico diario por área en Planta Baja.

Fuente: Elaboración propia.

Descripción Detallada:

- **Lobby y Recepción:** El uso constante de aire acondicionado para mantener una temperatura agradable y la iluminación LED de alta eficiencia, junto con sistemas de seguridad y monitoreo, son los principales consumidores de energía.
- **Sala de Espera:** Similar al lobby, pero con menor uso de aire acondicionado. Se enfoca en la iluminación y ventilación.
- **Panadería y Cafetería:** Equipos como hornos, cafeteras y refrigeradores están en funcionamiento continuo, especialmente durante las horas pico.
- **Gimnasio:** Las máquinas de ejercicio requieren un suministro constante de energía, especialmente aquellas que son motorizadas. La iluminación y la climatización también son importantes.
- **Salón de Eventos:** Durante eventos, el consumo puede aumentar significativamente debido al uso de sistemas de audio y climatización.

2. Plantas superiores (Plantas 1 a 7)

Áreas Funcionales:

- **Departamentos Residenciales:** Cada planta cuenta con unidades residenciales que incluyen cocinas, baños, y áreas de estar.
- **Oficinas Administrativas:** Oficinas para la gestión del edificio.
- **Cuartos de Máquinas:** Espacios técnicos para sistemas eléctricos y mecánicos.

- **Lavanderías:** Espacios comunes con lavadoras y secadoras.
- **Áreas de Circulación:** Pasillos y escaleras que conectan los diferentes niveles.

Equipos y Consumo Eléctrico:

Tabla 18: Consumo diario (kWh) Plantas Superiores.

| Área | Equipos/Accesorios | Consumo Diario Estimado (kWh) por planta |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Departamentos Residenciales | Iluminación LED, Refrigeradores, Estufas, Televisores, Lavadoras, Secadoras, Computadoras, Aires Acondicionados | 40 kWh |
| Oficinas Administrativas | Computadoras, Impresoras, Iluminación LED, Aires Acondicionados | 10 kWh |
| Cuartos de Máquinas | Ventilación, Iluminación LED | 5 kWh |
| Lavanderías | Lavadoras, Secadoras, Iluminación LED | 5 kWh |
| Áreas de Circulación | Iluminación LED | 5 kWh |

Total, Consumo por Planta Superior: 60 kWh/día por planta

Total, Consumo de las 7 Plantas Superiores: 420 kWh/día

Fuente: Elaboración propia.

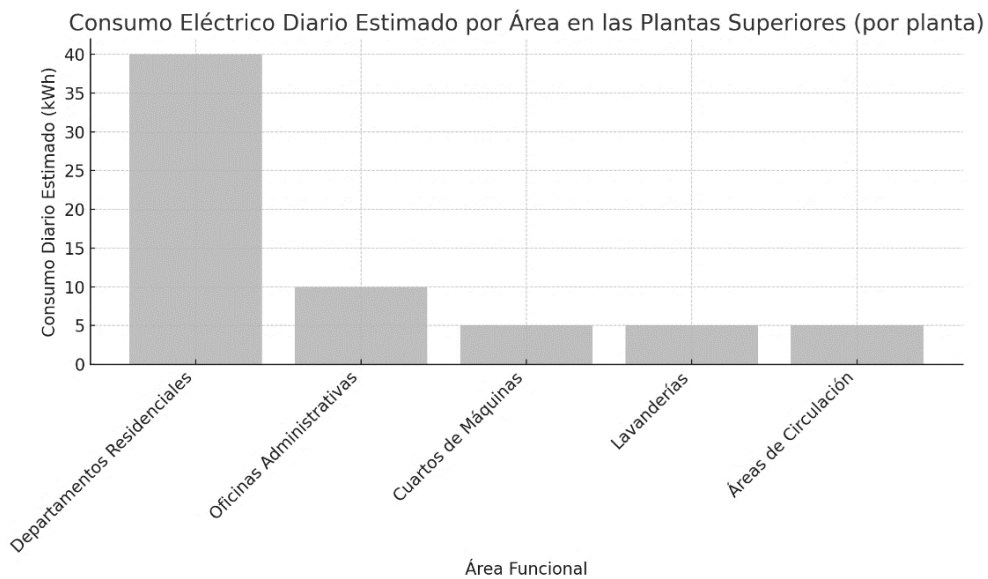


Figura 83: Consumo eléctrico diario estimado por área en plantas superiores.

Fuente: Elaboración propia.

Descripción Detallada:

- **Departamentos Residenciales:** El consumo varía según el uso de electrodomésticos. Equipos como aires acondicionados, estufas y refrigeradores son los principales consumidores.
- **Oficinas Administrativas:** El uso de computadoras y equipos de oficina durante horas laborales contribuye significativamente al consumo. La climatización también es un factor importante.
- **Cuartos de Máquinas:** Estos espacios requieren un suministro constante para equipos de ventilación y sistemas de soporte del edificio.
- **Lavanderías:** Las lavadoras y secadoras funcionan principalmente en horas pico, lo que puede generar un aumento temporal en el consumo.
- **Áreas de Circulación:** La iluminación continua es necesaria para la seguridad y la comodidad de los residentes.

3. Áreas Comunes

Áreas Funcionales:

- **Ascensores:** Vitales para la movilidad vertical dentro del edificio.
- **Pasillos y Escaleras:** Áreas de tránsito que requieren iluminación continua.
- **Conectores entre Departamentos:** Pasillos que unen diferentes secciones del edificio.
- **Áreas de Descanso:** Espacios comunes para la relajación y socialización.

Equipos y Consumo Eléctrico:

Tabla 19: Consumo diario (kWh) en áreas comunes

| Área | Equipos/Accesorios | Consumo Diario Estimado (kWh) |
|--------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|
| Ascensores | Motores eléctricos, Iluminación interior de cabina | 40 kWh |
| Pasillos y Escaleras | Iluminación LED, Ventilación | 30 kWh |
| Conectores entre Departamentos | Iluminación LED | 10 kWh |

| | | |
|-------------------|-------------------------------|--------|
| Áreas de Descanso | Iluminación LED, Ventiladores | 10 kWh |
|-------------------|-------------------------------|--------|

Total, Consumo Áreas Comunes: 90 kWh/día

Fuente: Elaboración propia.

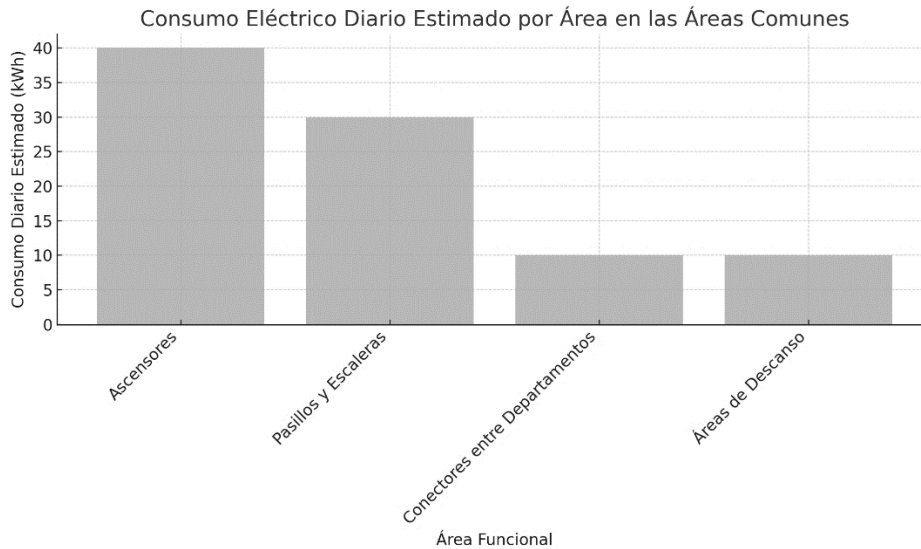


Figura 84: Consumo eléctrico diario estimado por área en las áreas comunes.

Fuente: Elaboración propia.

Descripción Detallada:

- **Ascensores:** Los motores eléctricos son grandes consumidores de energía, especialmente durante horas pico. La iluminación interior también contribuye al consumo diario.
- **Pasillos y Escaleras:** Requieren iluminación constante para garantizar la seguridad. En algunos casos, la ventilación adicional puede ser necesaria, especialmente en áreas cerradas.
- **Conectores entre Departamentos:** Estas áreas, aunque de menor consumo, deben estar bien iluminadas para la seguridad y comodidad de los residentes.
- **Áreas de Descanso:** Equipadas con iluminación LED y ventiladores, son utilizadas a lo largo del día, contribuyendo al consumo energético.

4. Parqueadero

Áreas Funcionales:

- **Estacionamientos:** Espacio destinado al estacionamiento de vehículos.

- **Sistemas de Control de Acceso:** Incluye barreras automáticas y cámaras de seguridad.
- **Iluminación y Ventilación:** Sistemas esenciales para la seguridad y el confort.

Equipos y Consumo Eléctrico:

Tabla 20: Consumo diario (kWh) en parqueaderos

| Área | Equipos/Accesorios | Consumo Diario Estimado (kWh) |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Iluminación | 50 luminarias LED de 50W | 30 kWh |
| Ventilación | 2 ventiladores industriales de 1.5 kW | 36 kWh |
| Control de Acceso y Seguridad | Barreras de acceso, Cámaras de seguridad, Iluminación LED | 24 kWh |

Total, Consumo Diario del Parqueadero: 90 kWh/día

Fuente: Elaboración propia.

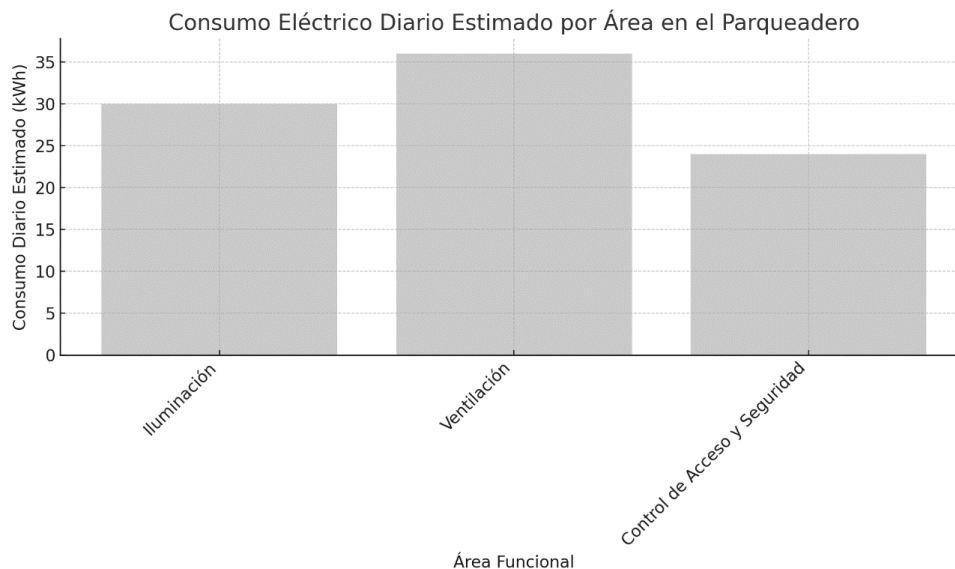


Figura 85: Consumo eléctrico diario estimado por área en el parqueadero.

Fuente: Elaboración propia.

Descripción Detallada:

- **Iluminación:** La iluminación LED garantiza un bajo consumo energético, mientras mantiene la visibilidad y seguridad en el parqueadero.

- **Ventilación:** Los ventiladores industriales aseguran una buena calidad del aire, especialmente en áreas cerradas. Estos funcionan principalmente durante las horas de mayor afluencia de vehículos.
- **Control de Acceso y Seguridad:** Equipos como barreras automáticas y cámaras de seguridad operan las 24 horas, asegurando

Conclusión:

Tabla 21: Consumo diario, mensual y anual.

| Área | Consumo Diario (kWh/día) | Consumo Mensual (kWh/mes) | Consumo Anual (kWh/año) |
|------------------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Planta Baja | 80 | 2400 | 29,200 |
| Plantas Superiores (Plantas 1 a 7) | 420 | 12,600 | 153,300 |
| Áreas Comunes | 90 | 2700 | 32,850 |
| Parqueadero | 90 | 2700 | 32,850 |
| Total | 680 | 20,400 | 248,200 |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla presentada refleja un consumo total de 680 kWh diarios, 20,400 kWh mensuales, y 248,200 kWh anuales en el edificio multifamiliar. Las plantas superiores, que incluyen departamentos residenciales, son las áreas con el mayor consumo energético, representando más del 60% del total diario debido a la presencia de múltiples electrodomésticos y sistemas de climatización (*Ver Tabla 21*).

Las áreas comunes y el parqueadero también muestran un consumo significativo, destacando la importancia de la iluminación y ventilación continua para la seguridad y confort de los residentes. La planta baja, con áreas comerciales y de servicio, contribuye en menor medida al consumo total, pero aún representa una parte importante debido a las necesidades de climatización y operación de equipos comerciales.

El análisis sugiere que, para optimizar el consumo energético y reducir costos, se deben implementar medidas de eficiencia en las áreas de mayor demanda, como las plantas superiores y las áreas comunes. La inversión en tecnologías energéticamente eficientes y la gestión inteligente del uso de la energía son claves para mejorar la sostenibilidad operativa del edificio.

4.12 Informe detallado de implementación de paneles solares en áreas de circulación.

4.12.1 Introducción.

El informe detalla el proceso de selección, cálculo y distribución de paneles solares necesarios para cubrir el 100% del consumo energético de las áreas de circulación en un edificio multifamiliar. Estas áreas incluyen ascensores, pasillos, escaleras, conectores y áreas comunes, excluyendo departamentos, parqueaderos y comercios. El objetivo es garantizar la eficiencia energética y la sostenibilidad del edificio mediante la integración de energía solar.

4.12.2 Selección del panel solar: Canadian Solar CS6K-350MS

Características Técnicas del Panel.

Para el proyecto se ha seleccionado el panel solar **Canadian Solar CS6K-350MS** por sus altas prestaciones y confiabilidad. A continuación, se detallan sus especificaciones técnicas:

- **Potencia nominal:** 350 Wp (Watt peak)
- **Eficiencia:** 20.2%
- **Dimensiones:** 1.7 m x 1.0 m
- **Peso:** 18.5 kg
- **Tipo de célula:** Silicio Monocristalino
- **Garantía de rendimiento:** 25 años

Ventajas del panel.

El panel es reconocido por su alta eficiencia en la conversión de luz solar en electricidad, lo que es crucial para maximizar la producción de energía en áreas con espacio limitado. Además, es resistente a condiciones climáticas adversas y ofrece un excelente rendimiento incluso en condiciones de baja irradiación.

Proveedor recomendado.

- **Nombre:** Solaris Ecuador
- **Ubicación:** Quito, Ecuador
- **Contacto:** +593 2 382 5567
- **Precio Estimado:** \$0.30 - \$0.35 por Wp (aproximadamente \$105 - \$122.5 por panel)
- **Sitio Web:** [Solaris Ecuador](#)

4.12.3 Identificación de Áreas de Circulación

El área total de circulación en el edificio ha sido calculada en **2,178.039 m²**. Estas áreas se distribuyen en 10 plantas del edificio y comprenden espacios como ascensores, pasillos, escaleras y áreas comunes. A continuación, se presenta el desglose de las áreas de circulación por planta:

Tabla 22: Identificación de áreas de circulación.

| Planta | Área de Circulación (m ²) |
|-----------|---------------------------------------|
| Planta 1 | 177.750 |
| Planta 2 | 205.228 |
| Planta 3 | 112.770 |
| Planta 4 | 115.050 |
| Planta 5 | 201.721 |
| Planta 6 | 134.272 |
| Planta 7 | 284.438 |
| Planta 8 | 603.578 |
| Planta 9 | 230.978 |
| Planta 10 | 112.254 |
| Total | 2,178.039 m² |

Fuente: Elaboración propia.

4.12.4 Cálculo del consumo energético.

El consumo energético de las áreas de circulación se ha estimado en **50 kWh/m²/año**, basado en estándares de consumo para iluminación y servicios comunes en edificios residenciales. A continuación, se presenta el cálculo del consumo energético por planta:

Consumo Energético por Planta=Área de Circulación (m²)×Consumo por m² (kWh/m²/año)
$$\text{Consumo Energético por Planta} = \text{Área de Circulación (m}^2\text{)} \times \text{Consumo por m}^2\text{(kWh/m}^2\text{/año)}$$

Tabla 23: Consumo energético estimado.

| Planta | Consumo Energético Estimado (kWh/año) |
|----------|---------------------------------------|
| Planta 1 | 8,887.50 |
| Planta 2 | 10,261.40 |

| | |
|-----------|---------------------------|
| Planta 3 | 5,638.50 |
| Planta 4 | 5,752.50 |
| Planta 5 | 10,086.05 |
| Planta 6 | 6,713.60 |
| Planta 7 | 14,221.90 |
| Planta 8 | 30,178.90 |
| Planta 9 | 11,548.90 |
| Planta 10 | 5,612.70 |
| Total | 108,901.95 kWh/año |

Fuente: Elaboración propia.

4.12.5 Consumo energético diario, mensual y anual.

El consumo energético total del edificio se desglosa de la siguiente manera:

- **Consumo diario estimado:**

$$\text{Consumo diario} = \frac{108,901.95 \text{Wh/año}}{365 \text{ días}} = 289,36 \text{Wh/día}$$

- **Consumo mensual estimado:**

$$\text{Consumo diario} = \frac{108,901.95 \text{kWh/año}}{12 \text{ meses}} = 9,075.16 \text{kWh/mes}$$

- **Consumo anual estimado:**

$$108,901.95 \text{kWh/año}$$

4.12.6 Cálculo del Número de Paneles Solares.

Dado que cada panel solar **Canadian Solar CS6K-350MS** produce aproximadamente **1,150 kWh/año**, se ha calculado el número de paneles necesarios para cada planta de la siguiente manera:

$$\text{Número de Paneles por Planta} = \frac{\text{Consumo Energético por planta } \left(\frac{\text{kWh}}{\text{año}}\right)}{\text{Producción de Energía por Panel } \left(\frac{\text{kWh}}{\text{año}}\right)} = x$$

Tabla 24: Número de paneles solares.

| Planta | Número de Paneles Solares Necesarios |
|-----------|--------------------------------------|
| Planta 1 | 8 |
| Planta 2 | 9 |
| Planta 3 | 5 |
| Planta 4 | 5 |
| Planta 5 | 9 |
| Planta 6 | 6 |
| Planta 7 | 13 |
| Planta 8 | 27 |
| Planta 9 | 10 |
| Planta 10 | 5 |
| Total | 95 paneles |

Fuente: Elaboración propia.

4.12.7 Producción energética de los paneles.

La producción energética total de los 95 paneles solares se desglosa de la siguiente manera:

- **Producción diaria estimada:**

$$\text{Producción diaria} = 95 \text{ paneles} \times \frac{3.15 \text{ kWh}}{\text{día}} = 299.25 \text{ kWh/día}$$

- **Producción mensual estimada:**

$$\text{Producción mensual} = 95 \text{ paneles} \times \frac{95.83 \text{ kWh}}{\text{mes}} = 9,103.85 \text{ kWh/mes}$$

- **Producción anual estimada:**

$$\text{Producción anual} = 95 \text{ paneles} \times \frac{1.150 \text{ kWh}}{\text{año}} = 109.250 \text{ kWh/año}$$

4.12.8 Área estimada necesaria para los paneles solares.

Cada panel solar **Canadian Solar CS6K-350MS** tiene unas dimensiones aproximadas de **1.7 m x 1.0 m**, lo que se traduce en un área de **1.7 m²** por panel.

Área total necesaria para los paneles.

El espacio total requerido para instalar los 95 paneles solares es:

$$\text{Área total necesaria} = 95 \text{ paneles} \times \frac{1.7 \text{ m}^2}{\text{panel}} = 161.5 \text{ m}^2$$

4.12.9 Distribución de paneles solares en el edificio.

Para optimizar la captación solar y maximizar la eficiencia del sistema, los **95 paneles solares** serán distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 25: Distribución de paneles solares en el edificio.

| Ubicación de Instalación | Número de Paneles Solares | Espacio Necesario (m ²) |
|------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Azotea Principal | 30 | 51 |
| Planta Baja | 15 | 25.5 |
| Planta 7 (área común grande) | 10 | 17 |
| Planta 8 (área común grande) | 20 | 34 |
| Planta 9 | 10 | 17 |
| Planta 10 | 10 | 17 |
| Total | 95 paneles | 161.5 m² |

Fuente: Elaboración propia.

4.13 Consumo Energético Total y Reducción Propuesta

4.13.1 Consumo Energético Total Estimado

El consumo energético total de las áreas de circulación del edificio es de **108,901.95 kWh/año**. A continuación, se desglosa el consumo por día, mes y año:

- **Consumo diario estimado:** 298.36 kWh/día
- **Consumo mensual estimado:** 9,075.16 kWh/mes
- **Consumo anual estimado:** 108,901.95 kWh/año

4.13.2 Producción Energética con los Paneles Solares

Los **95 paneles solares Canadian Solar CS6K-350MS** seleccionados para el proyecto producirán:

- **Producción diaria estimada:** 299.25 kWh/día
- **Producción mensual estimada:** 9,103.85 kWh/mes
- **Producción anual estimada:** 109,250 kWh/año

4.13.3 Comparación y Reducción Energética

La comparación entre el consumo energético y la producción de energía solar muestra que la producción cubrirá el 100% del consumo energético con un pequeño excedente de **348.05 kWh/año**. Con el excedente se puede compensar variaciones en la eficiencia o pequeñas pérdidas.

4.14 Costo Total Estimado del Proyecto

El costo total del proyecto incluye los paneles solares, estructuras de montaje, inversores, y costos de instalación, desglosado de la siguiente manera:

Tabla 26: Costo estimado del proyecto.

| Ítem | Cantidad | Costo Unitario (USD) | Costo Total (USD) |
|----------------------------|------------|----------------------|-------------------|
| Paneles Solares (350 Wp) | 95 | \$115 | \$10,925 |
| Estructuras de Montaje | 95 paneles | \$20 | \$1,900 |
| Inversores | 1 sistema | \$2,000 | \$2,000 |
| Instalación y Mano de Obra | - | - | \$2,500 |
| Costo Total Aproximado | - | - | \$17,325 |

Fuente: Elaboración propia.

La implementación de **95 paneles solares Canadian Solar CS6K-350MS** en las áreas de circulación del edificio permitirá cubrir el **100% del consumo energético** diario, mensual y anual estimado de las áreas de circulación del edificio, con una producción diaria de **299.25 kWh**, una producción mensual de **9,103.85 kWh**, y una producción anual de **109,250 kWh**. El sistema asegura la sostenibilidad y eficiencia energética del edificio, con un pequeño excedente de energía que puede ser aprovechado para compensar variaciones en la producción. Se requiere un área total de **161.5 m²** para la instalación de los paneles solares. Se recomienda seguir las especificaciones y la distribución propuesta para garantizar el máximo rendimiento del sistema y realizar un mantenimiento regular para asegurar su eficiencia a largo plazo.

4.15 Informe Comparativo y Detallado de Consumo Energético y Paneles Solares para Edificio Multifamiliar en Cuenca, Ecuador

El informe presenta un análisis del consumo eléctrico y de la implementación de paneles solares en un edificio multifamiliar de 8 pisos en Cuenca, Ecuador, con un enfoque en las áreas de circulación. El objetivo es evaluar el impacto de la instalación de paneles solares en el consumo energético y comparar los beneficios económicos y operativos con el consumo total del edificio.

4.15.1 Consumo Eléctrico Total del Edificio

Tabla 27: Consumo eléctrico total del edificio.

| Descripción | Consumo Diario (kWh) | Consumo Mensual (kWh) | Consumo Anual (kWh) |
|--------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| Planta Baja | 80 | 2,400 | 29,200 |
| Plantas Superiores | 420 | 12,600 | 153,300 |
| Áreas Comunes | 90 | 2,700 | 32,850 |
| Parqueadero | 90 | 2,700 | 32,850 |
| Total, Edificio | 680 | 20,400 | 248,200 |

Fuente: Elaboración propia.

4.15.2 Implementación de Paneles Solares en Áreas de Circulación

Cálculo del Consumo Energético de las Áreas de Circulación

Tabla 28: Cálculo del consumo energético de las áreas de circulación

| Descripción | Valor |
|--------------------------------|--------------------|
| Consumo Energético Total Anual | 108,901.95 kWh |
| Consumo Diario Estimado | 298.36 kWh/día |
| Consumo Mensual Estimado | 9,075.16 kWh/mes |
| Consumo Anual Estimado | 108,901.95 kWh/año |

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del número de paneles solares necesarios

Tabla 29: Cálculo del número de paneles solares necesarios.

| Planta | Consumo Energético por Planta (kWh/año) | Número de Paneles Necesarios |
|--------------|-----------------------------------------|------------------------------|
| Planta 1 | 8,887.50 | 8 |
| Planta 2 | 10,261.40 | 9 |
| Planta 3 | 5,638.50 | 5 |
| Planta 4 | 5,752.50 | 5 |
| Planta 5 | 10,086.05 | 9 |
| Planta 6 | 6,713.60 | 6 |
| Planta 7 | 14,221.90 | 13 |
| Planta 8 | 30,178.90 | 27 |
| Planta 9 | 11,548.90 | 10 |
| Planta 10 | 5,612.70 | 5 |
| Total | 108,901.95 | 95 |

Fuente: Elaboración propia.

4.15.3 Producción energética de los paneles

Tabla 30: Producción energética de los paneles

| Descripción | Valor |
|--------------------------------|------------------|
| Producción Anual de 95 Paneles | 109,250 kWh |
| Producción Diaria Estimada | 299.25 kWh/día |
| Producción Mensual Estimada | 9,103.85 kWh/mes |
| Excedente Energético | 348.05 kWh/año |

Fuente: Elaboración propia.

4.15.4 Área estimada necesaria para los paneles solares

Tabla 31: Área estimada necesaria para los paneles solares.

| Descripción | Valor |
|----------------------|----------------------|
| Área por Panel | 1.7 m ² |
| Área Total Necesaria | 161.5 m ² |

Fuente: Elaboración propia.

4.15.4 Distribución de paneles solares

Tabla 32: Distribución de paneles solares.

| Ubicación de Instalación | Número de Paneles | Espacio Necesario (m ²) |
|--------------------------|-------------------|-------------------------------------|
| Azotea Principal | 30 | 51 |
| Planta Baja | 15 | 25.5 |
| Planta 7 | 10 | 17 |
| Planta 8 | 20 | 34 |
| Planta 9 | 10 | 17 |
| Planta 10 | 10 | 17 |
| Total | 95 | 161.5 |

Fuente: Elaboración propia.

4.16 Costos y beneficios

4.16.1 Costos de implementación

Tabla 33: Costos de implementación.

| Ítem | Cantidad | Costo Unitario (USD) | Costo Total (USD) |
|----------------------------|-----------|----------------------|-------------------|
| Paneles Solares (350 Wp) | 95 | \$115 | \$10,925 |
| Estructuras de Montaje | 95 | \$20 | \$1,900 |
| Inversores | 1 sistema | \$2,000 | \$2,000 |
| Instalación y Mano de Obra | - | - | \$2,500 |
| Costo Total Aproximado | - | - | \$17,325 |

Fuente: Elaboración propia.

4.16.2 Beneficios económicos

Tabla 34: Beneficios económicos.

| Descripción | Valor |
|------------------------------------------|---------------------------|
| Ahorro Anual Estimado | \$13,068.24 |
| Reducción Anual en Consumo Energético | 108,901.95 kWh |
| Costo Promedio de Electricidad (USD/kWh) | \$0.12 (estimación local) |

Fuente: Elaboración propia.

4.16.3 Cálculo del retorno de la inversión (ROI)

Tabla 35: Cálculo del retorno de la inversión (ROI)

| Descripción | Valor |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Costo Inicial del Proyecto | \$17,325 |
| Beneficios Anuales | \$13,068.24 |
| Periodo de Recuperación (años) | 1.32 años (aproximadamente) |

Fuente: Elaboración propia.

4.17 Ventajas de implementación de paneles solares

1. **Reducción de costos energéticos:** Ahorro anual estimado de \$13,068.24 y reducción del consumo energético en un 44%.
2. **Sostenibilidad ambiental:** Menor dependencia de fuentes de energía no renovables y disminución de la huella de carbono.
3. **Independencia energética:** Protección contra fluctuaciones en los precios de la energía y garantía de suministro constante.
4. **Incremento en el valor de la propiedad:** Aumento potencial en el valor de la propiedad debido a la eficiencia energética.
5. **Excedente energético:** Producción de 348.05 kWh adicionales, útil para compensar pérdidas o aumentar eficiencia.

La implementación de paneles solares en las áreas de circulación del edificio multifamiliar ofrece un significativo ahorro económico y ambiental. Con una inversión inicial de aproximadamente \$17,325, se espera recuperar la inversión en un periodo de 1.32 años. Los beneficios incluyen reducción de costos energéticos, sostenibilidad, y un aumento potencial en el valor de la propiedad. La producción de energía solar también proporciona un excedente que puede ser útil para optimizar el consumo energético general del edificio.

4.18 Presupuesto detallado del proyecto

El siguiente documento presenta un desglose detallado de los costos estimados asociados al desarrollo de un proyecto de construcción en la ciudad de Cuenca, Ecuador. El presupuesto abarca desde la adquisición del terreno hasta la comercialización y venta de las unidades, incluyendo todos los aspectos clave del proceso, como diseño, planificación, construcción, instalaciones especiales, acabados y contingencias.

Cada sección del presupuesto incluye una tabla que detalla las categorías de gasto, las unidades de medida, las cantidades, los precios unitarios y el cálculo del costo estimado. Estos

cálculos se basan en datos de mercado, cotizaciones de proveedores y estimaciones razonables fundamentadas en la experiencia y el conocimiento del sector.

A continuación, se presentan las tablas con los costos desglosados por cada categoría:

4.18.1 Costos de terreno y legalización

Tabla 36: Costos de terreno y legalización.

| Categoría | Descripción Técnica | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Costo Estimado (USD) | Cálculo del Costo |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Compra del Terreno | Ubicación: Cuenca, 2880 m ² | m ² | 2880 | \$104.17 | \$300,000 | Se estimó en base al precio de mercado por m ² en la zona: 2880 m ² x \$104.17/m ² = \$300,000 |
| Estudios de Suelos | Análisis geotécnico y capacidad portante del suelo | Estudio | 1 | \$5,000.00 | \$5,000 | Cotización de laboratorios especializados: 1 estudio x \$5,000.00/estudio = \$5,000 |
| Levantamiento Topográfico | Medición de curvas de nivel y pendiente del terreno | m ² | 2880 | \$1.04 | \$3,000 | Se estimó basado en tarifas locales: 2880 m ² x \$1.04/m ² = \$3,000 |
| Permisos y Licencias de Construcción | Tasas municipales y permisos necesarios | Trámite | 1 | \$7,500.00 | \$7,500 | Basado en tarifas municipales para la zona y tamaño del proyecto: 1 trámite x \$7,500.00/trámite = \$7,500 |
| Costos de Escrituras y Trámites | Gastos notariales y registro de propiedad | Trámite | 1 | \$4,000.00 | \$4,000 | Estimación basada en costos de notarización y registro: 1 trámite x \$4,000.00/trámite = \$4,000 |
| Impuestos y Contribuciones | Impuestos prediales y contribuciones por mejoras | Pago | 1 | \$8,000.00 | \$8,000 | Estimación basada en impuestos prediales y mejoras urbanas: 1 pago x \$8,000.00/pago = \$8,000 |
| Subtotal | | | | | \$327,500 | |

Fuente: Elaboración propia.

4.18.2 Costos de diseño y planificación

Tabla 37: Costos de diseño y planificación

| Categoría | Descripción Técnica | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Costo Estimado (USD) | Cálculo del Costo |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Honorarios de Arquitectos e Ingenieros | Servicios profesionales de diseño y planificación | Proyecto | 1 | \$25,000.00 | \$25,000 | Estimado como un porcentaje del costo total de construcción: 1 proyecto x \$25,000.00/proyecto = \$25,000 |
| Elaboración de Planos | Planos arquitectónicos, estructurales, eléctricos y sanitarios | Proyecto | 1 | \$15,000.00 | \$15,000 | Incluye todos los planos requeridos: 1 proyecto x \$15,000.00/proyecto = \$15,000 |
| Estudios Técnicos | Estudios geotécnicos, ambientales, y de impacto vial | Estudio | 3 | \$3,333.33 | \$10,000 | Costos promedio por estudio: 3 estudios x \$3,333.33/estudio = \$10,000 |
| Maquetas o Modelados 3D | Representaciones físicas y digitales del proyecto | Unidad | 1 | \$5,000.00 | \$5,000 | Costos de realización de maquetas físicas y modelado digital 3D: 1 unidad x \$5,000.00/unidad = \$5,000 |
| Subtotal | | | | | \$55,000 | |

Fuente: Elaboración propia.

4.18.3 Costos de construcción

Tabla 38: Costos de construcción.

| Categoría | Materiales Utilizados | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Costo Estimado (USD) | Cálculo del Costo |
|----------------------------|-----------------------------------------------|----------|----------|-----------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Materiales de Construcción | Cemento, arena, grava, acero, ladrillos, etc. | Proyecto | 1 | \$150,000.00 | \$150,000 | Basado en los metros de materiales y precios unitarios del mercado local: 1 proyecto x \$150,000.00/proyecto = \$150,000 |

| | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------|-------|-------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Materiales de Acabado | Porcelanato, pavimento laminado AC4, pintura vinílica | m ² | 4,000 | \$12.50 | \$50,000 | Superficie estimada a cubrir con acabados: 4,000 m ² x \$12.50/m ² = \$50,000 |
| Instalaciones Eléctricas y Sanitarias | Cableado, tuberías, accesorios sanitarios | Proyecto | 1 | \$25,000.00 | \$25,000 | Basado en cotizaciones de proveedores y volumen de trabajo: 1 proyecto x \$25,000.00/proyecto = \$25,000 |
| Ventanas y Puertas | Vidrio templado 6+6 mm, aluminio anodizado | m ² | 600 | \$50.00 | \$30,000 | Estimación según cantidad de ventanas y puertas: 600 m ² x \$50.00/m ² = \$30,000 |
| Impermeabilización y Aislamiento | Membrana asfáltica APP | m ² | 2,000 | \$5.00 | \$10,000 | Área estimada a impermeabilizar: 2,000 m ² x \$5.00/m ² = \$10,000 |
| Paneles Solares | Paneles fotovoltaicos, marco de aluminio, conectores | kW | 40 | \$1,000.00 | \$40,000 | Estimación basada en la potencia requerida: 40 kW x \$1,000.00/kW = \$40,000 |
| Mano de Obra | Obreros, albañiles, electricistas, plomeros, carpinteros | Jornada | 2,000 | \$50.00 | \$100,000 | Estimación basada en el número de jornadas laborales: 2,000 jornadas x \$50.00/jornada = \$100,000 |
| Maquinaria y Equipos | Excavadoras, grúas, herramientas menores | Alquiler | 1 | \$25,000.00 | \$25,000 | Basado en la duración del proyecto y alquiler de maquinaria: 1 alquiler x \$25,000.00/alquiler = \$25,000 |
| Seguridad en la Obra | Equipos de protección personal (EPP), medidas de seguridad | Proyecto | 1 | \$10,000.00 | \$10,000 | Basado en normativa de seguridad y volumen de la obra: 1 proyecto x \$10,000.00/proyecto = \$10,000 |
| Subtotal | | | | | \$440,000 | |

Fuente: Elaboración propia.

4.18.4 Costos indirectos

Tabla 39: Costos indirectos.

| Categoría | Descripción Técnica | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Costo Estimado (USD) | Cálculo del Costo |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------|----------|----------|-----------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gastos Administrativos | Oficina, papelería, comunicaciones | Mes | 12 | \$833.33 | \$10,000 | Estimación basada en la duración del proyecto: 12 meses x \$833.33/mes = \$10,000 |
| Seguros | Pólizas de seguro para obra y responsabilidad civil | Proyecto | 1 | \$5,000.00 | \$5,000 | Basado en cotización de aseguradoras: 1 proyecto x \$5,000.00/proyecto = \$5,000 |
| Supervisión y Control de Calidad | Inspecciones regulares, certificaciones de calidad | Mes | 12 | \$666.67 | \$8,000 | Basado en la frecuencia de inspecciones y costo por mes: 12 meses x \$666.67/mes = \$8,000 |
| Transporte y Logística | Traslado de materiales y personal | Mes | 10 | \$750.00 | \$7,500 | Estimación basada en necesidades logísticas: 10 meses x \$750.00/mes = \$7,500 |
| Almacenamiento y Resguardo | Bodegas temporales para materiales | Mes | 10 | \$500.00 | \$5,000 | Basado en el costo de almacenamiento: 10 meses x \$500.00/mes = \$5,000 |
| Subtotal | | | | | \$35,500 | |

Fuente: Elaboración propia.

4.18.5 Costos de instalaciones especiales

Tabla 40: Costos de instalaciones especiales.

| Categoría | Descripción Técnica | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Costo Estimado (USD) | Cálculo del Costo |
|-----------|---------------------|--------|----------|-----------------------|----------------------|-------------------|
|-----------|---------------------|--------|----------|-----------------------|----------------------|-------------------|

| | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------------------------------|----------|---|-------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sistemas HVAC de | Calefacción, ventilación, aire acondicionado | Proyecto | 1 | \$25,000.00 | \$25,000 | Basado en cotización de sistemas HVAC: 1 proyecto x \$25,000.00/proyecto = \$25,000 |
| Ascensores y Escaleras Mecánicas | Equipos de elevación mecánica | Unidad | 2 | \$25,000.00 | \$50,000 | Costos según cotización por unidad: 2 unidades x \$25,000.00/unidad = \$50,000 |
| Sistemas de Seguridad | Cámaras, alarmas, detectores de humo | Sistema | 1 | \$20,000.00 | \$20,000 | Costo total del sistema de seguridad: 1 sistema x \$20,000.00/sistema = \$20,000 |
| Telecomunicaciones y Redes | Infraestructura de telecomunicaciones | Proyecto | 1 | \$15,000.00 | \$15,000 | Basado en cotización de proveedores: 1 proyecto x \$15,000.00/proyecto = \$15,000 |
| Instalaciones Sostenibles | Energías renovables, manejo de aguas pluviales | Proyecto | 1 | \$30,000.00 | \$30,000 | Incluye costos de energía renovable y sistemas de captación: 1 proyecto x \$30,000.00/proyecto = \$30,000 |
| Subtotal | | | | | \$140,000 | |

Fuente: Elaboración propia.

4.18.6 Costos de acabados y decoración

Tabla 41: Costos de acabados y decoración.

| Categoría | Descripción Técnica | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Costo Estimado (USD) | Cálculo del Costo |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Revestimientos Interiores y Exteriores | Porcelanato antideslizante, granito, acero inoxidable | m ² | 2,400 | \$12.50 | \$30,000 | Superficie a cubrir con revestimientos: 2,400 m ² x \$12.50/m ² = \$30,000 |

| | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------------------------|----------------|-------|-------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mobiliario Fijo | Closets, cocinas empotradas | Proyecto | 1 | \$20,000.00 | \$20,000 | Costos de mobiliario fijo y elementos integrados: 1 proyecto x \$20,000.00/proyecto = \$20,000 |
| Jardinería y Paisajismo | Plantas nativas, diseño de jardines | m ² | 1,500 | \$10.00 | \$15,000 | Área destinada a jardinería: 1,500 m ² x \$10.00/m ² = \$15,000 |
| Iluminación Decorativa | Sistemas de iluminación interna y externa | Proyecto | 1 | \$15,000.00 | \$15,000 | Costos según diseño de iluminación: 1 proyecto x \$15,000.00/proyecto = \$15,000 |
| Subtotal | | | | | \$80,000 | |

Fuente: Elaboración propia.

4.18.7 Costos Financieros

Tabla 42: Costos financieros.

| Categoría | Descripción Técnica | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Costo Estimado (USD) | Cálculo del Costo |
|---------------------------|-----------------------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Intereses de Créditos | Intereses de financiamiento | % del Crédito | 1 | \$20,000.00 | \$20,000 | Estimación basada en el monto financiado y tasa de interés: 1 crédito x \$20,000.00/credito = \$20,000 |
| Costos de Adelantos | Financiamiento de proveedores | % del Adelanto | 1 | \$10,000.00 | \$10,000 | Basado en condiciones de financiamiento: 1 adelanto x \$10,000.00/adelanto = \$10,000 |
| Contingencias Financieras | Fondo de reserva para imprevistos | % del Proyecto | 1 | \$20,000.00 | \$20,000 | Fondo establecido para imprevistos: 1 proyecto x \$20,000.00/proyecto = \$20,000 |
| Subtotal | | | | | \$50,000 | |

Fuente: Elaboración propia.

4.18.8 Costos de comercialización y venta

Tabla 43: Costos de comercialización y venta.

| Categoría | Descripción Técnica | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Costo Estimado (USD) | Cálculo del Costo |
|-------------------------------------|----------------------------------|----------|----------|-----------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Publicidad y Marketing | Campañas publicitarias | Campaña | 1 | \$15,000.00 | \$15,000 | Estimación basada en campañas publicitarias: 1 campaña x \$15,000.00/campaña = \$15,000 |
| Honorarios de Agentes Inmobiliarios | Comisiones por venta de unidades | Comisión | 1 | \$20,000.00 | \$20,000 | Basado en un porcentaje de ventas: 1 comisión x \$20,000.00/comisión = \$20,000 |
| Costos de Negociación | Gastos administrativos y legales | Trámite | 1 | \$10,000.00 | \$10,000 | Estimación de costos de negociación: 1 trámite x \$10,000.00/trámite = \$10,000 |
| Subtotal | | | | | \$45,000 | |

Fuente: Elaboración propia.

4.18.9 Contingencias

Tabla 44: Costos de contingencias.

| Categoría | Descripción Técnica | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Costo Estimado (USD) | Cálculo del Costo |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Presupuesto Adicional para Imprevistos | Aproximadamente 5% del total del proyecto | % del Proyecto | 1 | \$59,665.00 | \$59,665 | Estimación del 5% del total del proyecto como reserva para imprevistos: 1 proyecto x \$59,665.00/proyecto = \$59,665 |
| Subtotal | | | | | \$59,665 | |

Fuente: Elaboración propia.

4.19 Presupuesto resumido del proyecto

Tabla 45: Presupuesto resumido del proyecto.

| Categoría | Subtotal (USD) |
|------------------------------------|-----------------------|
| Costos de Terreno y Legalización | \$327,500 |
| Diseño y Planificación | \$55,000 |
| Costos de Construcción | \$440,000 |
| Costos Indirectos | \$35,500 |
| Instalaciones Especiales | \$140,000 |
| Acabados y Decoración | \$80,000 |
| Costos Financieros | \$50,000 |
| Costos de Comercialización y Venta | \$45,000 |
| Contingencias | \$59,665 |
| Total, del Proyecto | \$1,192,665 |

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO V

CAPITULO V

5.1 Conclusión.

- El proyecto de diseño de un edificio multifamiliar eficiente energéticamente en Cuenca, Ecuador, ha logrado integrar de manera efectiva principios avanzados de sostenibilidad, aprovechando tanto las condiciones geográficas como los recursos naturales disponibles. La ubicación estratégica del terreno en la parroquia urbana de San Sebastián, entre las vías Gran Colombia y Unidad Nacional, ofrece una excelente conectividad y acceso a servicios esenciales, lo que refuerza la viabilidad del proyecto desde una perspectiva urbanística.
- El análisis topográfico detallado y las características del clima local han permitido una planificación precisa del diseño arquitectónico, destacando la implementación de paneles solares fotovoltaicos en la envolvente edilicia, tanto en cubiertas como en fachadas. Esta estrategia no solo maximiza la captación solar debido a la orientación norte-sur y la inclinación adecuada de los paneles, sino que también contribuye a la creación de un entorno estéticamente moderno y ecológico.
- La inclusión de sistemas de almacenamiento térmico geotérmico y el uso de especies vegetales nativas en el paisajismo han sido decisiones clave para optimizar el uso de la energía térmica y mejorar el confort térmico del edificio, mientras se fomenta la biodiversidad local. La integración de vegetación en patios internos, azoteas ajardinadas y áreas verdes no solo promueve la interacción social entre los residentes, sino que también contribuye significativamente a la sostenibilidad del proyecto, reduciendo la demanda energética para climatización y mejorando la calidad ambiental.
- Asimismo, la consideración de principios de diseño sostenible, como la ventilación cruzada, la iluminación natural y el uso de materiales con baja huella de carbono, ha resultado en un entorno habitable saludable y eficiente. El concepto de vivienda multigeneracional y la inclusión de espacios comerciales y conexiones con el transporte público reflejan un compromiso con la accesibilidad urbana y la mejora de la calidad de vida de los residentes.
- En conclusión, el proyecto no solo responde a los desafíos energéticos y ambientales contemporáneos, sino que también establece un modelo replicable para el desarrollo urbano sostenible en Cuenca y otras ciudades con características similares. La combinación de tecnología avanzada, diseño bioclimático, y un enfoque en la sostenibilidad integral, asegura que el edificio se alinea con los objetivos globales de reducción de emisiones y mejora del entorno urbano,

ofreciendo un valor significativo tanto para los usuarios como para la comunidad en general.

5.2 Recomendaciones.

- **Optimización del diseño arquitectónico:**
 - **Integración sostenible:** Se recomienda profundizar en la integración de tecnologías sostenibles en el diseño arquitectónico, como la instalación de paneles solares en fachadas y techos para maximizar la captación de energía solar. Además, considerar el uso de materiales locales y reciclados para reducir la huella de carbono del proyecto.
 - **Orientación y ventilación:** La orientación del edificio debe seguir principios bioclimáticos para optimizar la ganancia solar y la ventilación natural. Es esencial aprovechar los vientos predominantes en la zona para mejorar la eficiencia térmica y reducir la necesidad de sistemas de climatización artificial.

- **Eficiencia energética:**
 - **Sistemas de almacenamiento:** Es recomendable implementar sistemas de almacenamiento de energía, como baterías de respaldo, para asegurar un suministro constante de energía y maximizar el uso de la energía solar durante todo el año.
 - **Tecnología avanzada:** Considerar la integración de tecnologías de vanguardia como vidrios fotovoltaicos y sistemas de recolección de agua pluvial, que podrían complementar los paneles solares y mejorar la sostenibilidad general del edificio.

- **Diseño inclusivo y accesible:**
 - **Accesibilidad universal:** Incorporar elementos de diseño que aseguren la accesibilidad para personas con movilidad reducida, como rampas, ascensores accesibles, y unidades de vivienda adaptadas. Además, diseñar espacios comunes que fomenten la convivencia y la interacción social entre los residentes.
 - **Vivienda multigeneracional:** Incluir unidades de vivienda que puedan adaptarse a diferentes necesidades familiares, promoviendo un entorno que favorezca la cohesión social y la integración de distintas generaciones.

- **Impacto urbano y social:**
 - **Relación con el entorno:** Es importante que el edificio se integre armónicamente con el entorno urbano, respetando la escala y la morfología del barrio. Esto puede lograrse a través del uso de materiales y colores que complementen la arquitectura circundante.
 - **Espacios públicos:** Crear espacios públicos y áreas verdes que no solo beneficien a los residentes del edificio, sino que también contribuyan al bienestar de la comunidad en general, fomentando un entorno urbano más habitable y sostenible.
- **Monitoreo y evaluación:**
 - **Sistemas de gestión energética:** Instalar sistemas de monitoreo y gestión energética para evaluar continuamente el desempeño de las tecnologías implementadas, lo que permitirá realizar ajustes en tiempo real para mejorar la eficiencia energética y reducir costos operativos.
 - **Actualización continua:** Mantenerse al día con las innovaciones en el campo de la energía renovable y la sostenibilidad arquitectónica, implementando mejoras y actualizaciones tecnológicas que puedan surgir en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Baquero L., & Quesada J. (2016). Sustainable Construction Practices. . *Green Building Journal*, 3(22), 345–360.
- Baquero, M., & Quesada, F. (2016a). Eficiencia energética en el sector residencial de la Ciudad de Cuenca, Ecuador. *MASKANA*, 7(2), 147–165.
<https://doi.org/10.18537/mskn.07.02.11>
- Baquero, M., & Quesada, F. (2016b). Eficiencia energética en el sector residencial de la Ciudad de Cuenca, Ecuador. *MASKANA*, 7(2), 147–165.
<https://doi.org/10.18537/mskn.07.02.11>
- Biyik, E., Araz, M., Hepbasli, A., Shahrestani, M., Yao, R., Shao, L., Essah, E., Oliveira, A. C., del Caño, T., Rico, E., Lechón, J. L., Andrade, L., Mendes, A., & Atli, Y. B. (2017). A key review of building integrated photovoltaic (BIPV) systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 20(3), 833–858.
<https://doi.org/10.1016/j.jestch.2017.01.009>
- Castillo J. (2022). Natural Risk Assessments for Construction Projects. *Risk Management and Safety Journal.*, 4(12), 180–195.
- Espinoza E. (2021). Employment Generation in Construction Projects. *Economic Development and Planning.*, 2(17), 88–105.
- Fernández A. (2022). Economic Feasibility Studies for Urban Projects. . *Urban Development Quarterly*, 1(19), 12–29.
- Fraunhofer ISE. (2021). *Annual Report 2020/21*.
- García F, & López S. (2021). Solar Energy Optimization in Equatorial Regions. *Renewable Energy Journal.*, 1(55), 67–80.
- Gómez R. (2021). Cost Management in Urban Development. *Financial Planning and Budgeting Journal*, 2(33), 201–215.
- Green, M. A., Emery, K., Hishikawa, Y., Warta, W., & Dunlop, E. D. (2015). Solar cell efficiency tables (Version 45). *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 23(1), 1–9. <https://doi.org/10.1002/pip.2573>
- Green, M. A., Emery, K., Hishikawa, Y., Warta, W., & Dunlop, E. D. (2016). Solar cell efficiency tables (version 48). *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 24(7), 905–913. <https://doi.org/10.1002/pip.2788>
- Hidalgo J. (2022). Comparative Analysis of Urban Land for Development Projects. . *Real Estate and Urban Development Journal*, 3(21), 130–145.
- Hoffman, A. J., & Sandelands, L. E. (2005). Getting Right with Nature. *Organization & Environment*, 18(2), 141–162. <https://doi.org/10.1177/1086026605276197>
- International Energy Agency. (2020). *World Energy Outlook 2020* (F. Birol, Ed.).

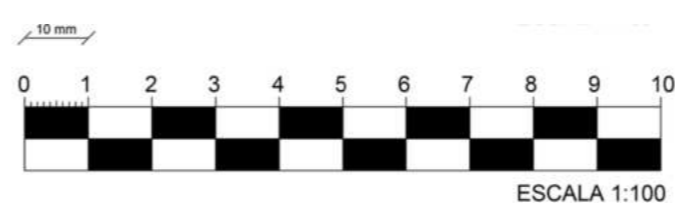
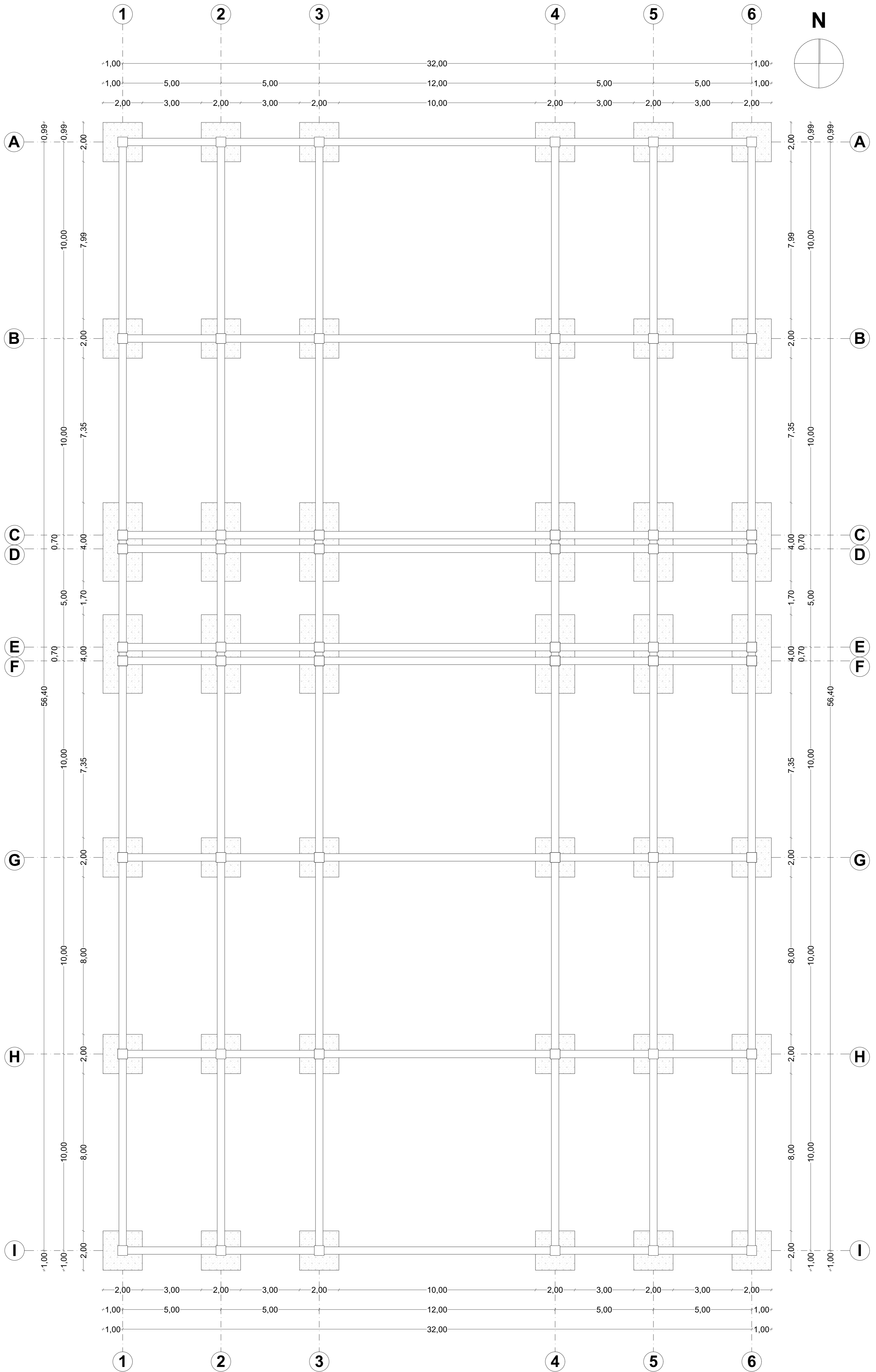
- International Renewable Energy Agency. (2020). *AUGE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LAS CIUDADES. SOLUCIONES ENERGÉTICAS PARA EL FUTURO URBANO*. IRENA, 114.
- Jayamaha, Lal. (2007). *Energy-efficient building systems : green strategies for operation and maintenance*. McGraw-Hill.
- Jiang, R., Wang, Y., Wen, X., Chen, C., & Zhao, J. (2017). Effect of time on the characteristics of passive film formed on stainless steel. *Applied Surface Science*, 412, 214–222. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2017.03.155>
- Jones F. (2020). La carrera por las células de perovskita. *FAPESP*.
- Katz, J. H. (1985). The Sociopolitical Nature of Counseling. *The Counseling Psychologist*, 13(4), 615–624. <https://doi.org/10.1177/0011000085134005>
- Knowles, K., & Anwar, S. (2021). Economic Feasibility of Micro-Grid Energy Storage and the Impact of Emerging Technologies on Its Viability. *Open Journal of Energy Efficiency*, 10(4).
- Luna M. (2019). Infrastructure Analysis for Urban Development. *Engineering and Construction Journal*, 2(25), 143–159.
- Luque, A., & Hegedus, S. (2003). *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering* (A. Luque & S. Hegedus, Eds.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/0470014008>
- Martínez P, & Pérez C. (2019). Geotechnical Soil Analysis for Structural Stability. *Construction Materials and Methods*, 4(28), 300–315.
- Mejía A. (2020). Community Engagement in Urban Projects. . *Social Development Journal*, 2(23), 190–205.
- Mendoza T. (2020). Urban Security and Crime Rates. *Security and Safety Studies*, 2(30), 150–163.
- Minga V, & Verdugo D. (2016). Integration of Native Vegetation in Urban Landscaping. . *Environmental Studies Journal*, 2(14), 78–90.
- Müller, J., Bothe, K., Gatz, S., Dullweber, T., & Brendel, R. (2018). Analysis of local Al-doped back surface fields for high efficiency screen-printed solar cells. *Energy Procedia*, 8, 318–323. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.06.143>
- NREL. (2020, febrero 19). *News Release: Researchers Improve Safety of Lead-Based Perovskite Solar Cells*. <https://www.nrel.gov/news/press/2020/researchers-improve-safety-lead-based-perovskite-solar-cells.html>.
- Ordenanza de Cuenca. (2023). *Regulations and Zoning for Urban Development in Cuenca*. <https://cuenca.gob.ec/ordinances/2023>.
- Ortiz S. (2021). Mitigation of Human-Induced Risks in Urban Areas. *Human Safety and Urban Planning*., 1(35), 55–70.

- Pan, Z., Wang, Y., Huang, H., Ling, Z., Dai, Y., & Ke, S. (2015). Recent development on preparation of ceramic inks in ink-jet printing. *Ceramics International*, 41(10), 12515–12528. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2015.06.124>
- Paredes L. (2021). Sustainable Technologies in Modern Architecture. *Renewable Technologies Journal*, 4(29), 120–135.
- Parlamento Europeo. (2017, noviembre 27). *Energía renovable: objetivos ambiciosos para Europa*. <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20171124STO88813/energia-renovable-objetivos-ambiciosos-para-europa>.
- Patel, S., Viezbicke, B. D., Davis, B. E., & Birnie, D. P. (2018). Evaluation of the Tauc method for optical absorption edge determination: ZnO thin films as a model system. *physica status solidi (b)*, 252(8), 1700–1710. <https://doi.org/10.1002/pssb.201552007>
- Pérez J, & Sánchez M. (2019). Urban Accessibility and Connectivity in Modern Cities. *Journal Urban Planning*, 3(45), 223–234.
- Perez, R., Zweibel, K., & Hoff, T. E. (2011). Solar power generation in the US: Too expensive, or a bargain? *Energy Policy*, 39(11), 7290–7297. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.08.052>
- Perlin, J. (1999). *From Space to Earth: The Story of Solar Electricity*. Aatec Publications.
- Ramos D. (2020). Local Materials and Labor in Construction Projects. *Journal of Construction Management.*, 3(20), 210–225.
- Ríos H. (2021). Public Services Accessibility in Urban Planning. *Infrastructure and Urban Development Journal*, 3(44), 225–240.
- Rodríguez L. (2020). Topographical Considerations in Building Design. . *Architecture & Engineering Journal*, 2(39), 101–115.
- Rosenfeld, A. H. (1999). The Art of Energy Efficiency: Protecting the Environment with Better Technology. *Annual Review of Energy and the Environment*, 24(1), 33–82. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.24.1.33>
- Sharma, A. K., Mitra, S., Behera, S., & Basu, P. K. (2018). Exploring the efficiency limiting parameters trade-off at rear surface in passivated emitter rear contact (PERC) silicon solar cells. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 232, 111338. <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2021.111338>
- Silva G. (2019). Economic Impact of Urban Projects. *Journal of Urban Economics*, 1(40), 50–65.
- Torres F. (2020). Innovative Architectural Designs. *Journal of Modern Architecture*, 3(18), 77–92.
- Vega I. (2021). Social Integration Programs in Urban Planning. . *Community and Urban Development Journal*, 1(15), 60–75.

- Villavicencio R. (2019). Cultural Heritage and Modern Architecture in Cuenca. *Journal of Cultural Studies.*, 1(27), 99–112.
- Winebrake J. (2005). Energy at the Crossroads. *American Journal of Agricultural Economics*, 3(87), 810–812.
- Zweibel, K. (2010). Should solar photovoltaics be deployed sooner because of long operating life at low, predictable cost? *Energy Policy*, 38(11), 7519–7530.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.07.040>

ANEXOS





UNIDAD:
Metros.
ESCALA:
1:100

DIBUJADO: Cristian Andrade.
Kevin Ulloa.
DIBUJADO: Arq. José David Quizhpe.

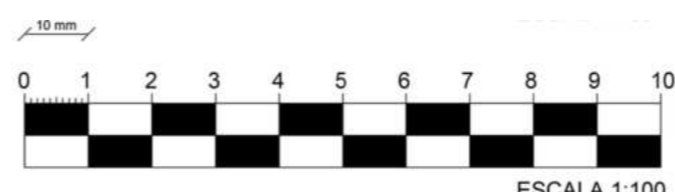
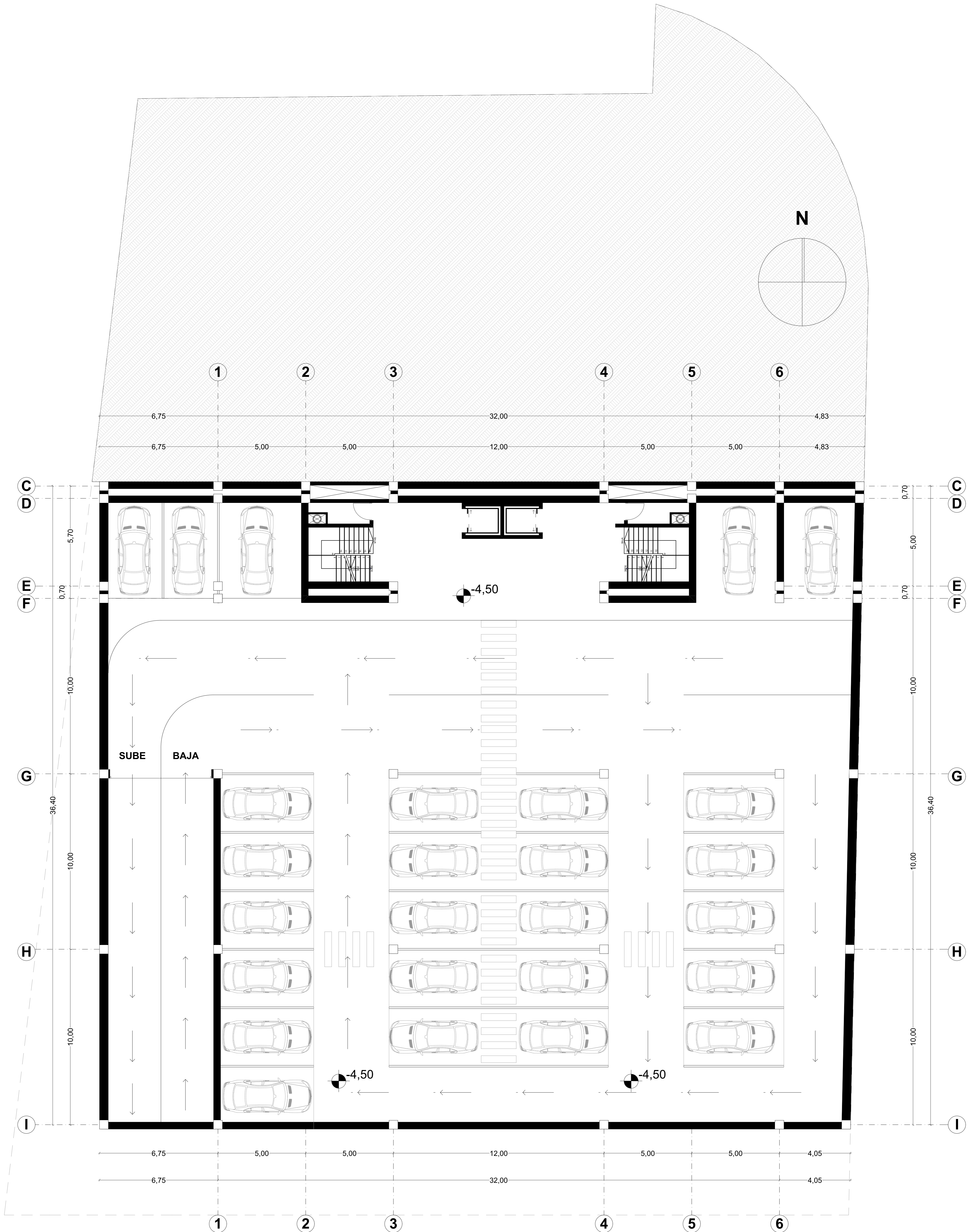
Fecha: 27/8/2024
Fecha: 27/8/2024

CONTENIDO:
Leyenda.
Plano de Cimentación.

CARRERA:
Unidad Académica de Ingeniería,
Industria y Construcción "Arquitectura"

N° PLANO:
1/11

Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante la Implementación de Paneles Solares



UNIDAD:
Metros.
ESCALA:
1:100

DIBUJADO: Cristian Andrade.
Kevin Ulloa.
Fecha: 27/8/2024
DIBUJADO: Arq. José David Quizhpe.
Fecha: 27/8/2024

CONTENIDO:
Parqueadero.

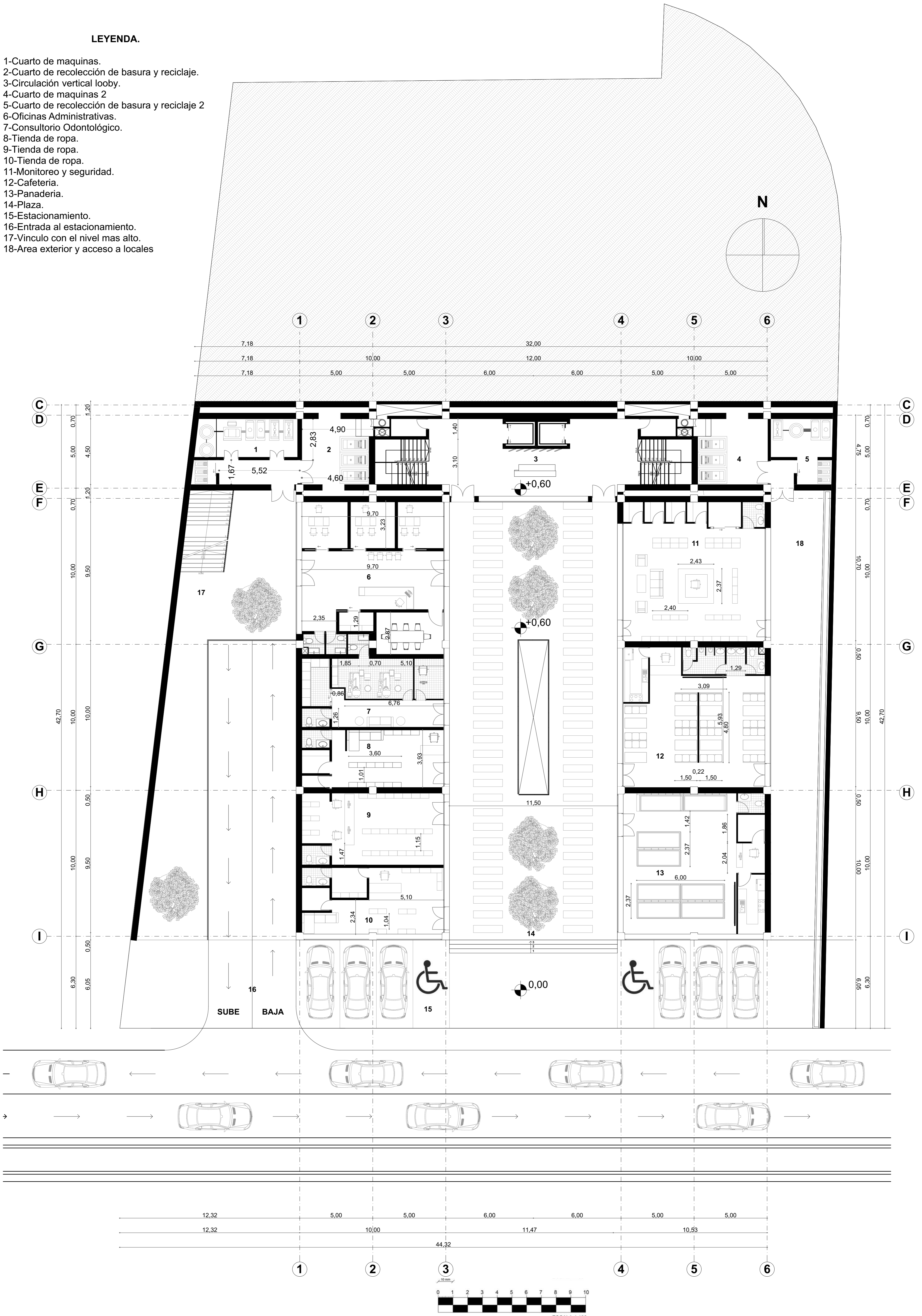
CARRERA:
Unidad Académica de Ingeniería,
Industria y Construcción "Arquitectura"

N° PLANO:
2/11

Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante la Implementación de Paneles Solares

LEYENDA.

- 1-Cuarto de maquinas.
- 2-Cuarto de recolección de basura y reciclaje.
- 3-Circulación vertical looby.
- 4-Cuarto de maquinas 2
- 5-Cuarto de recolección de basura y reciclaje 2
- 6-Oficinas Administrativas.
- 7-Consultorio Odontológico.
- 8-Tienda de ropa.
- 9-Tienda de ropa.
- 10-Tienda de ropa.
- 11-Monitoreo y seguridad.
- 12-Cafeteria.
- 13-Panadería.
- 14-Plaza.
- 15-Estacionamiento.
- 16-Entrada al estacionamiento.
- 17-Vinculo con el nivel mas alto.
- 18-Area exterior y acceso a locales



UNIDAD:
Metros.

ESCALA:
1:120

DIBUJADO: Cristian Andrade.
Kevin Ulloa.

DIBUJADO: Arq. José David Quizhpe.

Fecha: 27/8/2024

Fecha: 27/8/2024

CONTENIDO: Planta de comercios.
Entrada Principal.
Looby.

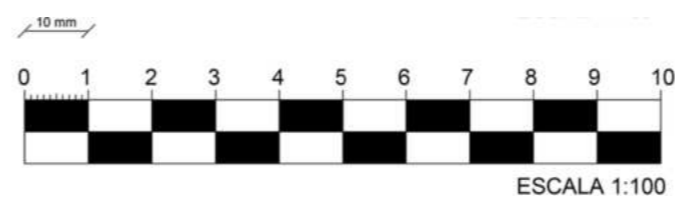
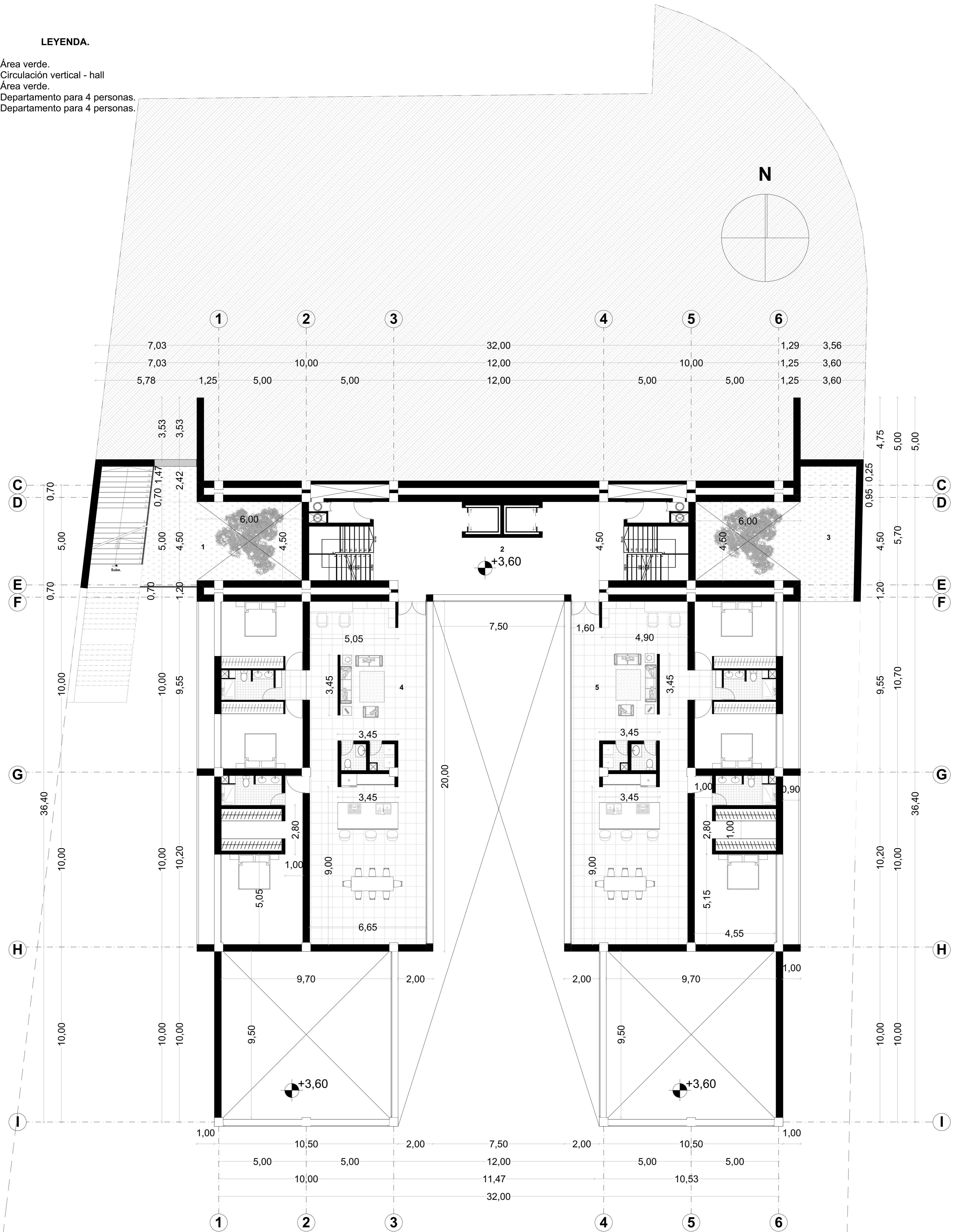
CARRERA:
Unidad Académica de Ingeniería,
Industria y Construcción "Arquitectura"

N° PLANO:
3/11

Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante la Implementación de Paneles Solares

LEYENDA.

- 1-Área verde.
- 2-Circulación vertical - hall
- 3-Área verde.
- 4-Departamento para 4 personas.
- 5-Departamento para 4 personas.



UNIDAD:
Metros.

ESCALA:
1:100

DIBUJADO: Cristian Andrade.
Kevin Ulloa.

DIBUJADO: Arq. José David Quizhpe.

Fecha: 27/8/2024

Fecha: 27/8/2024

Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante la Implementación de Paneles Solares

CONTENIDO: Leyenda.
Departamentos.
Looby.
Área Verde.

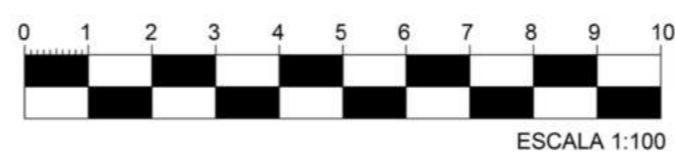
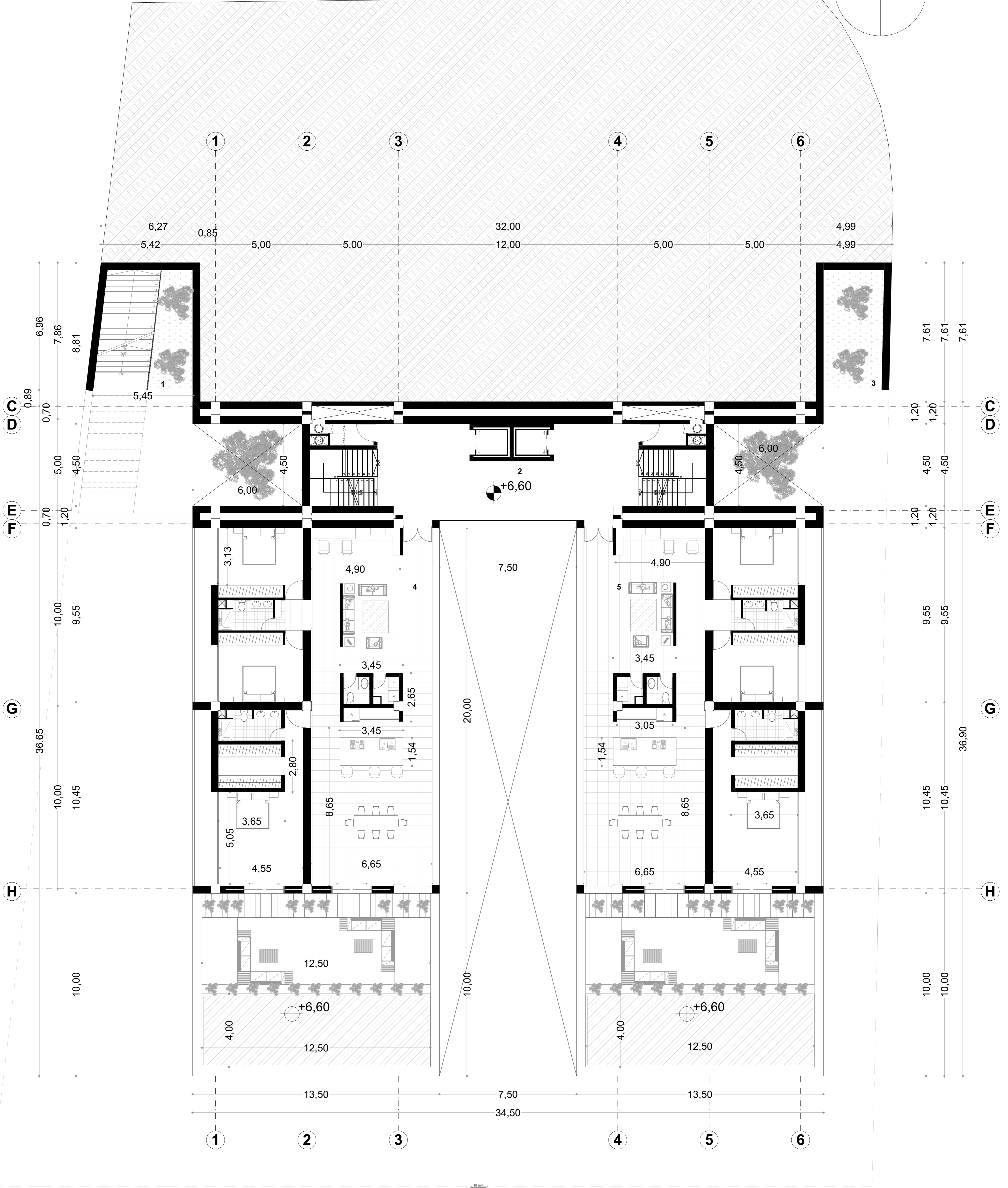
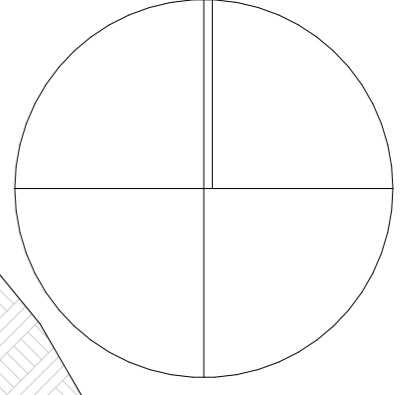
CARRERA: Unidad Académica de Ingeniería,
Industria y Construcción "Arquitectura"

N° PLANO:
4/11

LEYENDA.

- 1-Área verde.
- 2-Circulación vertical - hall
- 3-Área verde.
- 4-Departamento para 4 personas.
- 5-Departamento para 4 personas.

N



UNIDAD:
Metros.

ESCALA:
1:100

DIBUJADO: Cristian Andrade.
Kevin Ulloa.

DIBUJADO: Arq. José David Quizhpe.

Fecha: 27/8/2024

Fecha: 27/8/2024

Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante la Implementación de Paneles Solares

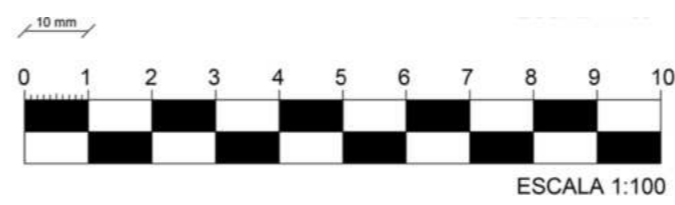
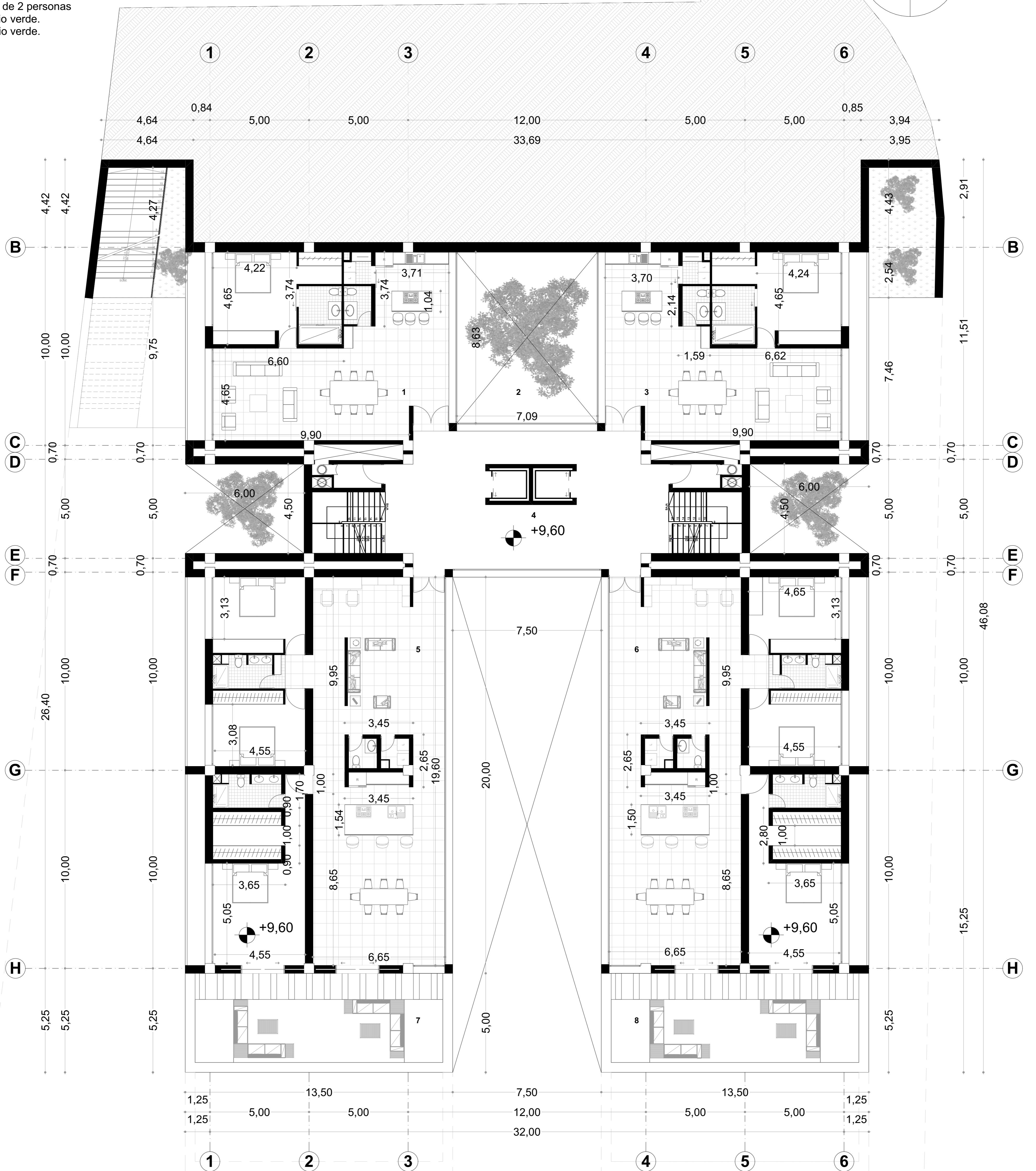
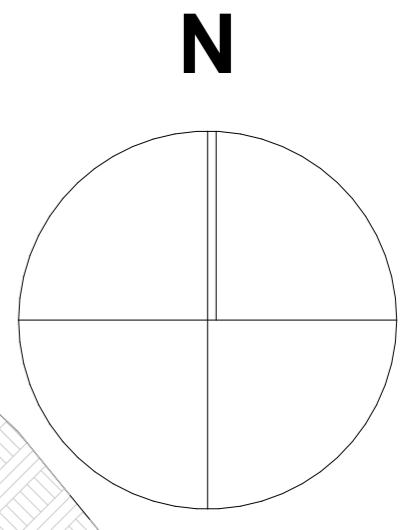
CONTENIDO: Leyenda.
Departamentos.
Looby.
Área Verde.

CARRERA: Unidad Académica de Ingeniería,
Industria y Construcción "Arquitectura"

Nº PLANO:
5/11

LEYENDA.

- 1-Departamento de 1 persona.
- 2-Pozo de luz con vegetación.
- 3-Departamento de 1 persona.
- 4-Circulación vertical - hall
- 5-Departamento de 2 personas.
- 6-Departamento de 2 personas
- 7-Terraza espacio verde.
- 8-Terraza espacio verde.



UNIDAD:
Metros.

ESCALA:
1:100

DIBUJADO: Cristian Andrade.
Kevin Ulloa.

DIBUJADO: Arq. José David Quizhpe.

Fecha: 27/8/2024

Fecha: 27/8/2024

Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante la Implementación de Paneles Solares

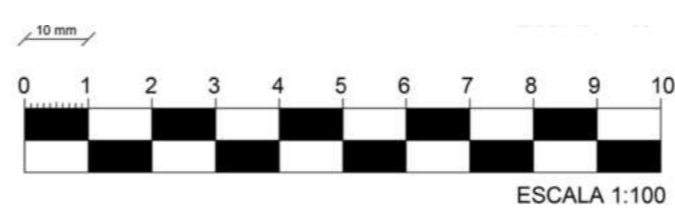
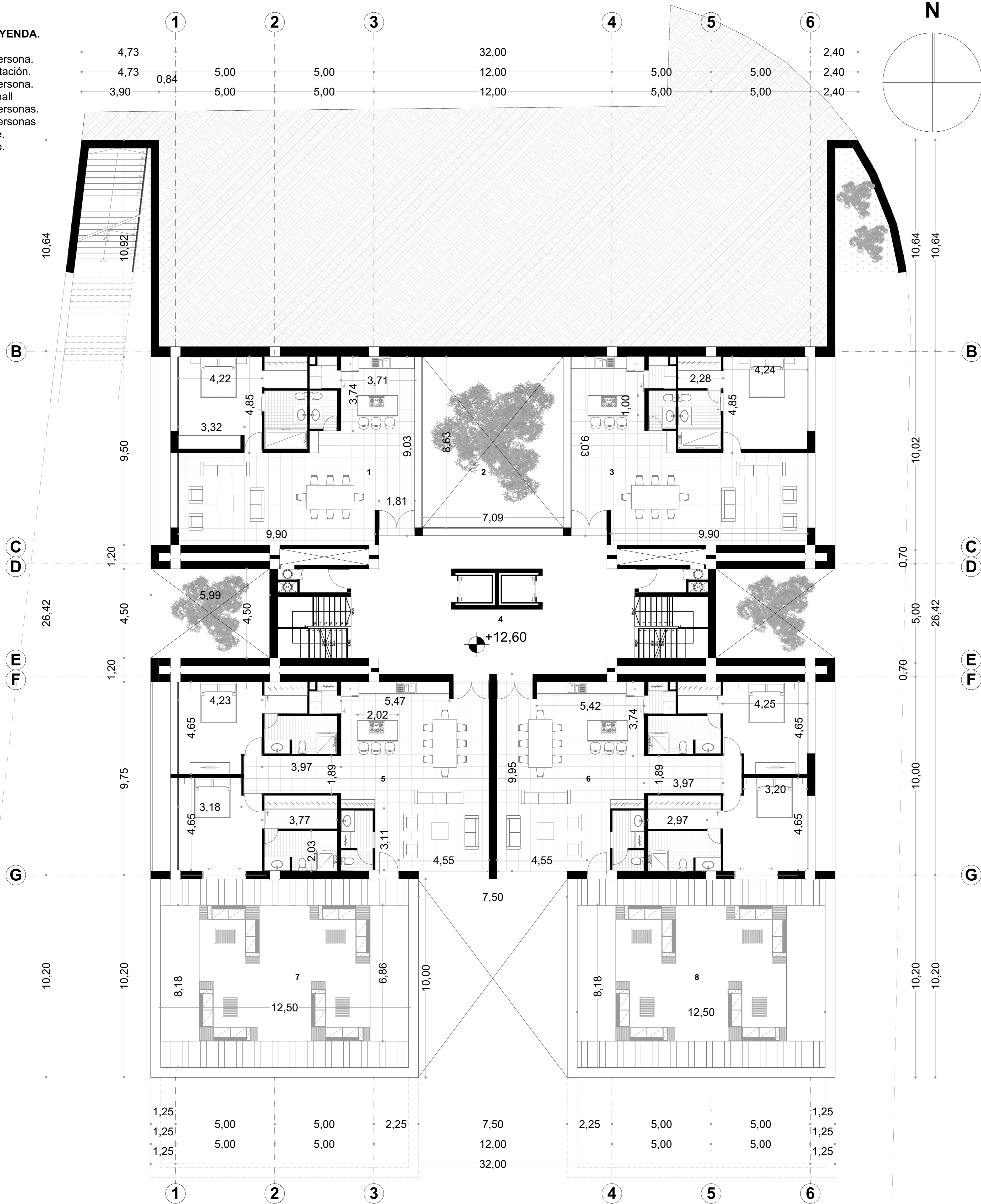
CONTENIDO: Leyenda.
Departamentos.
Looby.
Área Verde.

CARRERA: Unidad Académica de Ingeniería,
Industria y Construcción "Arquitectura"

Nº PLANO:
6/11

LEYENDA.

- 1-Departamento de 1 persona.
- 2-Pozo de luz con vegetación.
- 3-Departamento de 1 persona.
- 4-Circulación vertical - hall
- 5-Departamento de 2 personas.
- 6-Departamento de 2 personas
- 7-Terraza espacio verde.
- 8-Terraza espacio verde.



UNIDAD:
Metros.
ESCALA:
1:100

DIBUJADO: Cristian Andrade.
Kevin Ulloa.
DIBUJADO: Arq. José David Quizhpe.
Fecha: 27/8/2024
Fecha: 27/8/2024
Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante la Implementación de Paneles Solares

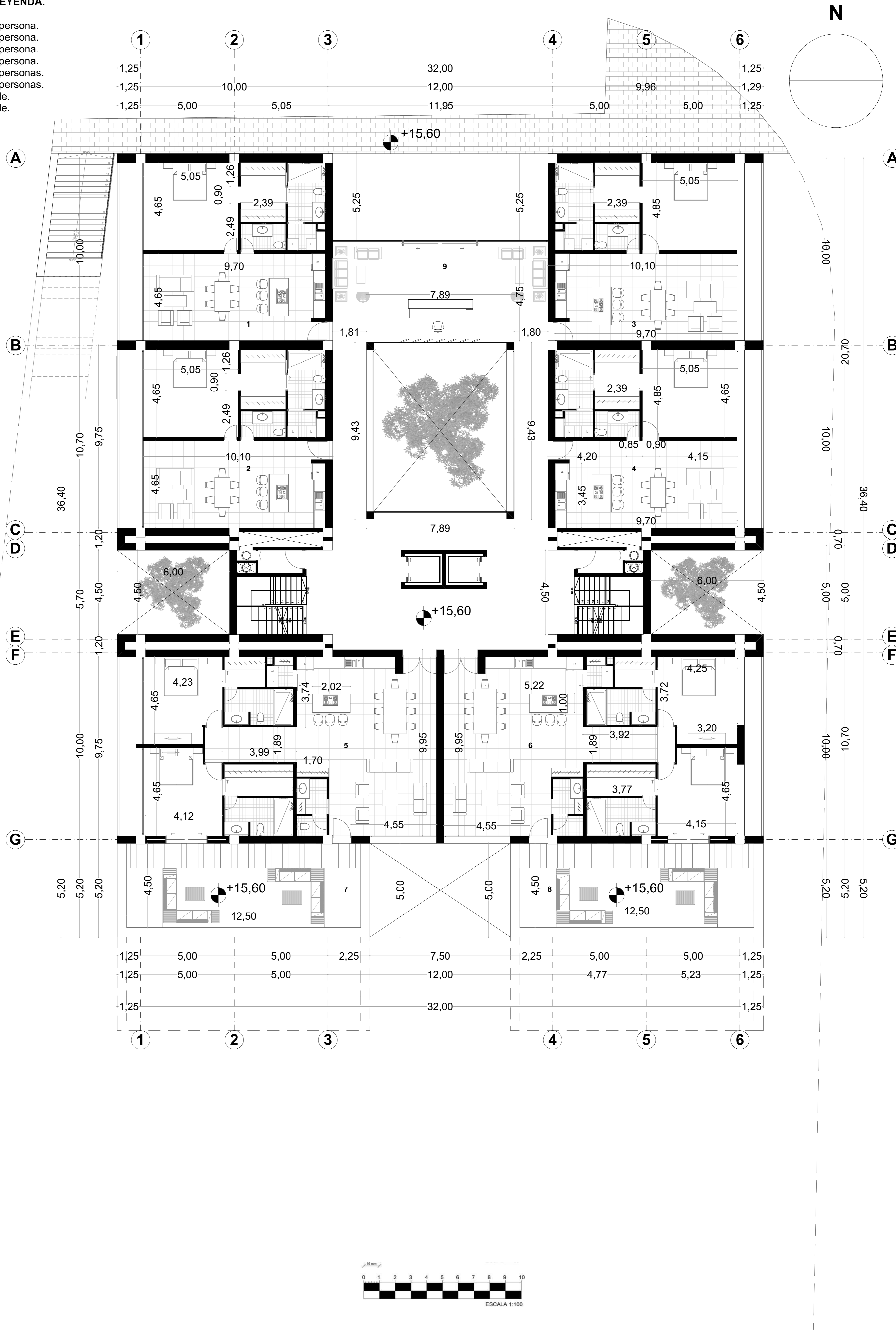
CONTENIDO:
Leyenda.
Departamentos.
Looby.
Área Verde.

CARRERA:
Unidad Académica de Ingeniería,
Industria y Construcción "Arquitectura"

N° PLANO:
7/11

LEYENDA.

- 1-Departamento de 1 persona.
- 2-Departamento de 1 persona.
- 3-Departamento de 1 persona.
- 4-Departamento de 1 persona.
- 5-Departamento de 2 personas.
- 6-Departamento de 2 personas.
- 7-Terrazas y área verde.
- 8-Terrazas y área verde.
- 9-Looby.



UNIDAD:
Metros.
ESCALA:
1:100

DIBUJADO: Cristian Andrade.
Kevin Ulloa.
DIBUJADO: Arq. José David Quizhpe.
Fecha: 27/8/2024
Fecha: 27/8/2024

CONTENIDO:
Leyenda.
Departamentos.
Looby.
Área Verde.

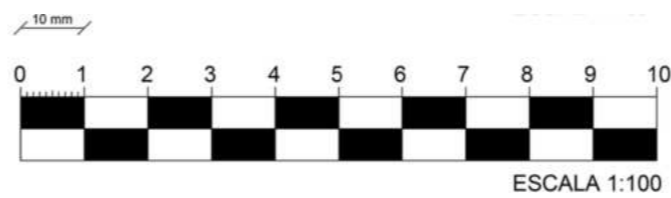
CARRERA:
Unidad Académica de Ingeniería,
Industria y Construcción "Arquitectura"

N° PLANO:
8/11

Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante la
Implementación de Paneles Solares

LEYENDA.

- 1-Departamento de 1 persona.
- 2-Departamento de 1 persona.
- 3-Departamento de 1 persona.
- 4-Departamento de 1 persona.
- 5-Terrazas y área verde.
- 6-Terrazas y área verde.
- 7-Circulación Vertical.
- 8-Pozo de luz.



UNIDAD:
Metros.

ESCALA:
1:100

DIBUJADO: Cristian Andrade.
Kevin Ulloa.

DIBUJADO: Arq. José David Quizhpe.

Fecha: 27/8/2024

Fecha: 27/8/2024

CONTENIDO: Leyenda.
Departamentos.
Looby.
Área Verde.

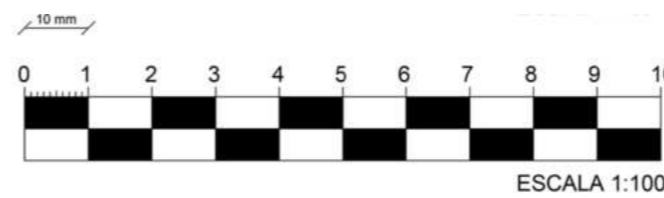
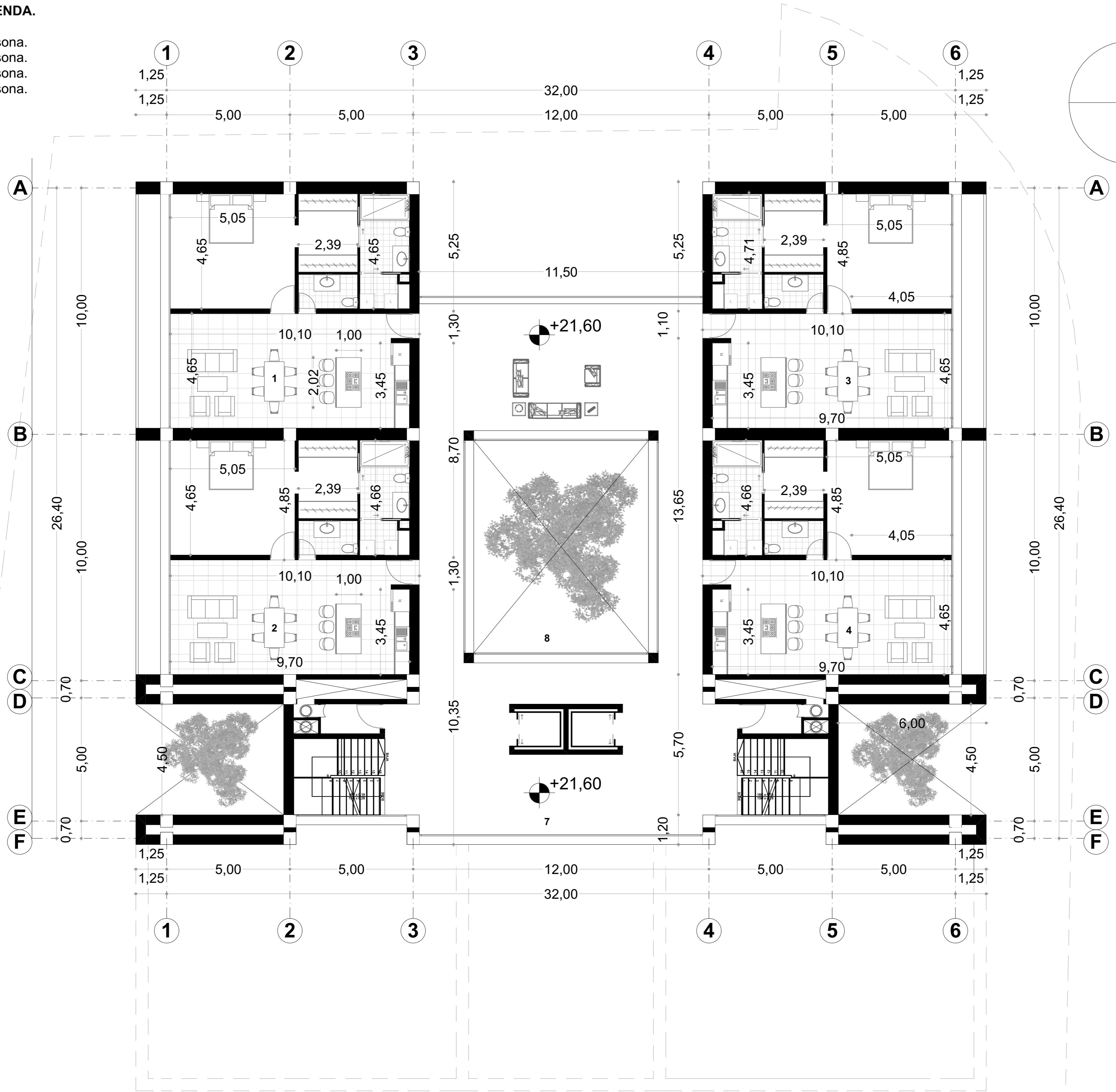
CARRERA: Unidad Académica de Ingeniería,
Industria y Construcción "Arquitectura"

N° PLANO:
9/11

Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante la
Implementación de Paneles Solares

LEYENDA.

- 1-Departamento de 1 persona.
- 2-Departamento de 1 persona.
- 3-Departamento de 1 persona.
- 4-Departamento de 1 persona.
- 5-Circulación Vertical
- 6-Pozo de Luz



UNIDAD:
Metros.

ESCALA:
1:100

DIBUJADO: Cristian Andrade.
Kevin Ulloa.
Fecha: 27/8/2024
DIBUJADO: Arq. José David Quizhpe.
Fecha: 27/8/2024

CONTENIDO: Leyenda.
Departamentos.
Looby.
Área Verde.

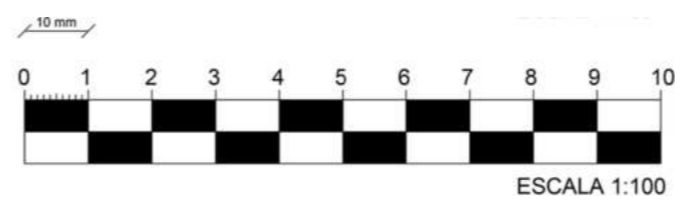
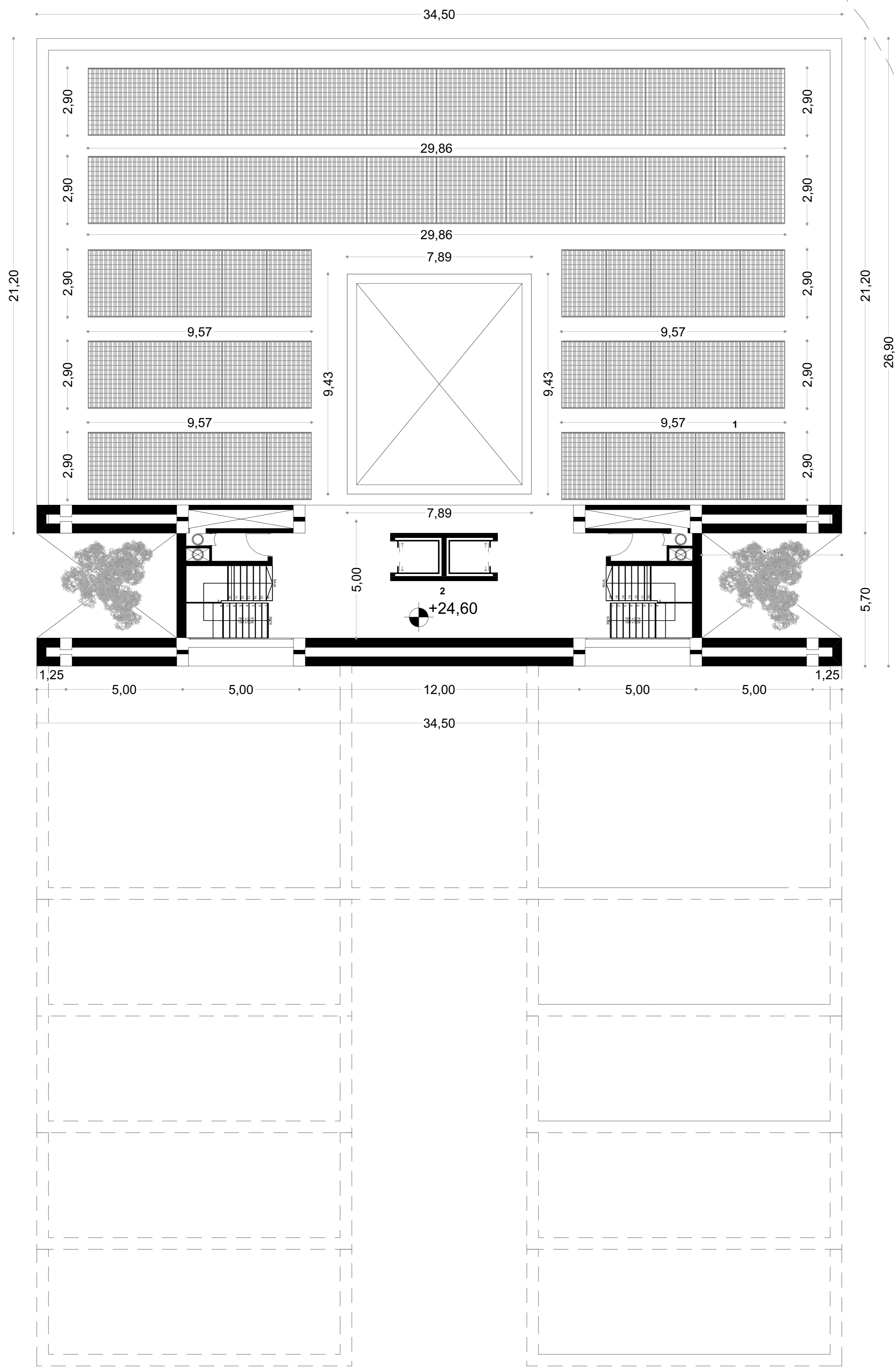
CARRERA: Unidad Académica de Ingeniería,
Industria y Construcción "Arquitectura"

N° PLANO:
10/11

Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante la
Implementación de Paneles Solares

LEYENDA.

- 1-Paneles solares.
- 2-Circulación Vertical.



UNIDAD:
Metros.
ESCALA:
1:100

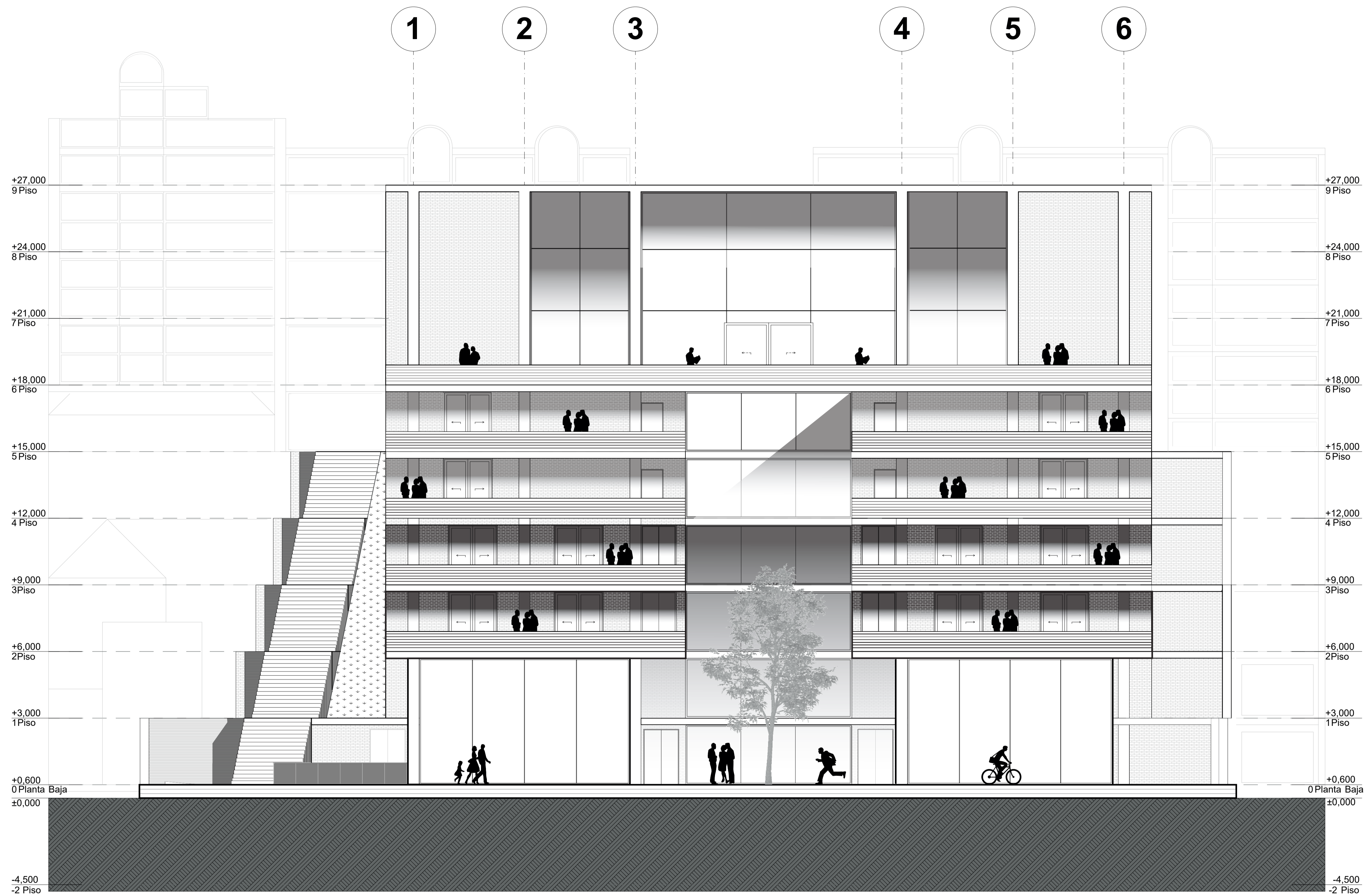
DIBUJADO: Cristian Andrade.
Kevin Ulloa.
Fecha: 27/8/2024
DIBUJADO: Arq. José David Quizhpe.
Fecha: 27/8/2024

CONTENIDO: Leyenda.
Departamentos.
Looby.
Área Verde.

CARRERA:
Unidad Académica de Ingeniería,
Industria y Construcción "Arquitectura"

N° PLANO:
11/11

Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante la Implementación de Paneles Solares

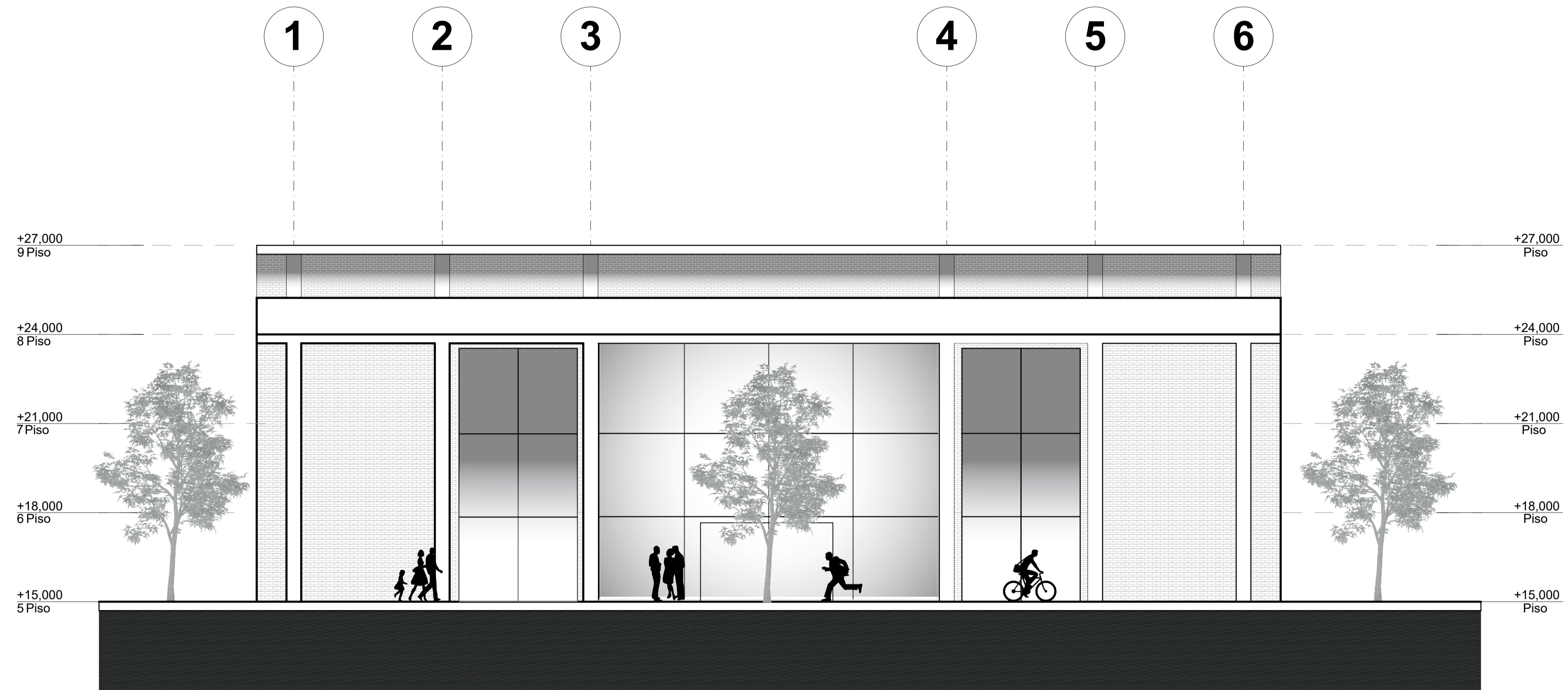


| | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| | UNIDAD: Metros. | DIBUJADO: Cristian Andrade. Kevin Ulloa. | Fecha: 27/8/2024 | CONTENIDO: Elevación Frontal. | CARRERA: Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción "Arquitectura" | N° PLANO: 1/6 |
| | ESCALA: 1:100 | DIBUJADO: Arq. José David Quizhpe. | Fecha: 27/8/2024 | | | |
| Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante la Implementación de Paneles Solares | | | | | | |

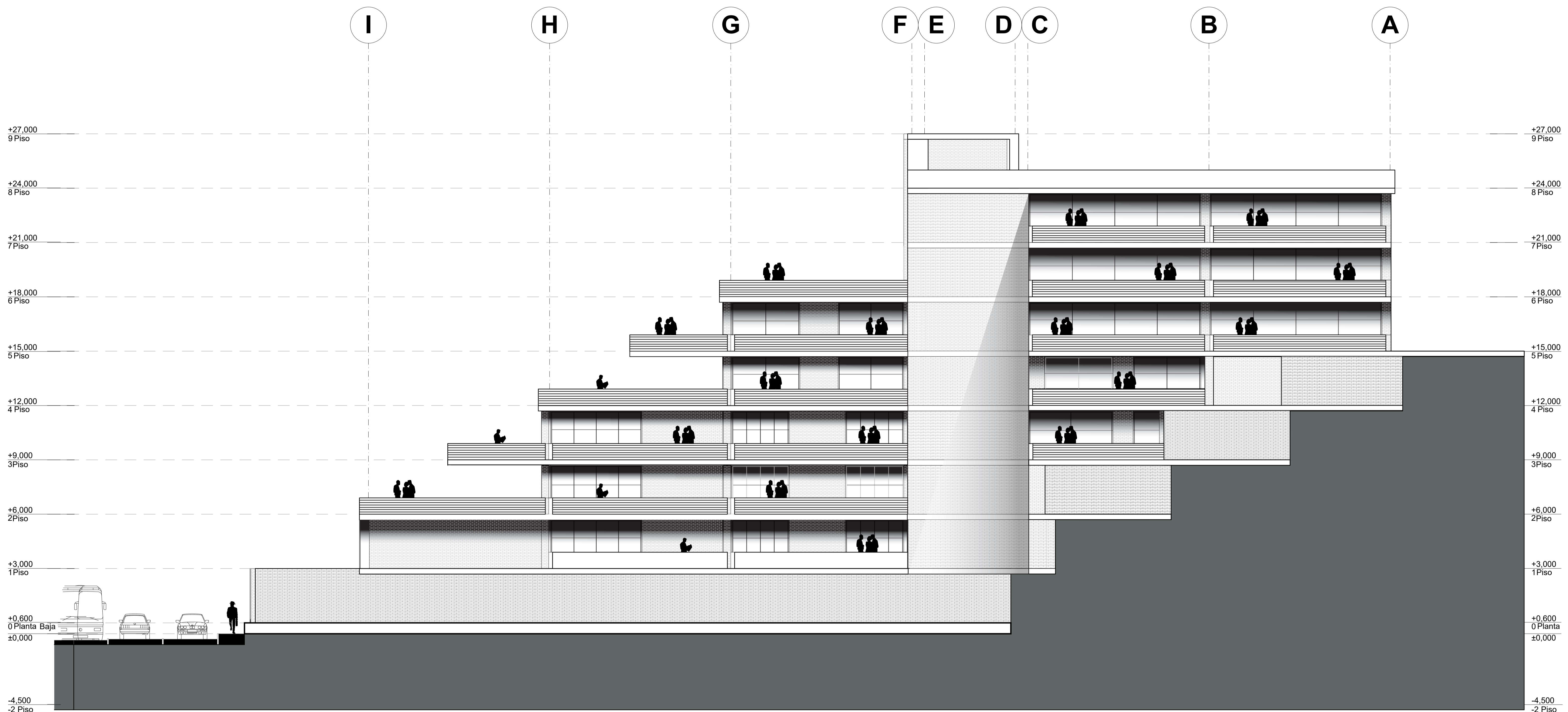
2


ELEVACIÓN NORTE

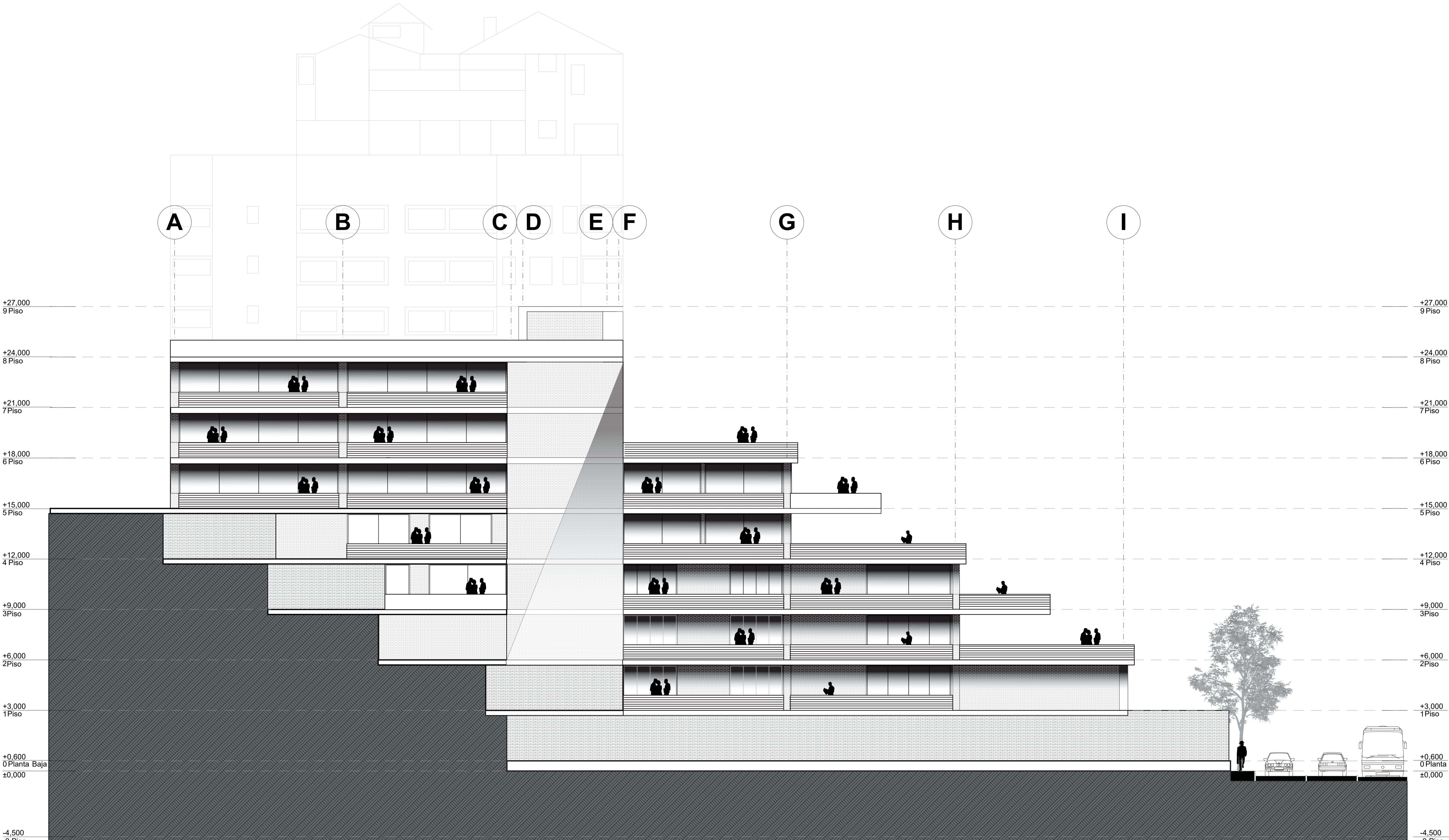
1:100



| | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| | UNIDAD: Metros. | DIBUJADO: Cristian Andrade. Kevin Ulloa. | Fecha: 27/8/2024 | CONTENIDO: Elevación Posterior. | CARRERA: Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción "Arquitectura" | N° PLANO: 2/6 |
| | ESCALA: 1:100 | DIBUJADO: Arq. José David Quizhpe. | Fecha: 27/8/2024 | | | |
| Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante la Implementación de Paneles Solares | | | | | | |



| | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|  | UNIDAD: Metros. | DIBUJADO: Cristian Andrade. Kevin Ulloa. | Fecha: 27/8/2024 | CONTENIDO: Elevación Lateral Derecha. | CARRERA: Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción "Arquitectura" | N° PLANO 3/6 |
| | ESCALA: 1:100 | DIBUJADO: Arq. José David Quizhpe. | Fecha: 27/8/2024 | | | |



UNIDAD:
Metros.

ESCALA:
1:100

DIBUJADO: Cristian Andrade.
Kevin Ulloa.

Fecha: 27/8/2024

DIBUJADO: Arq. José David Quizhpe.

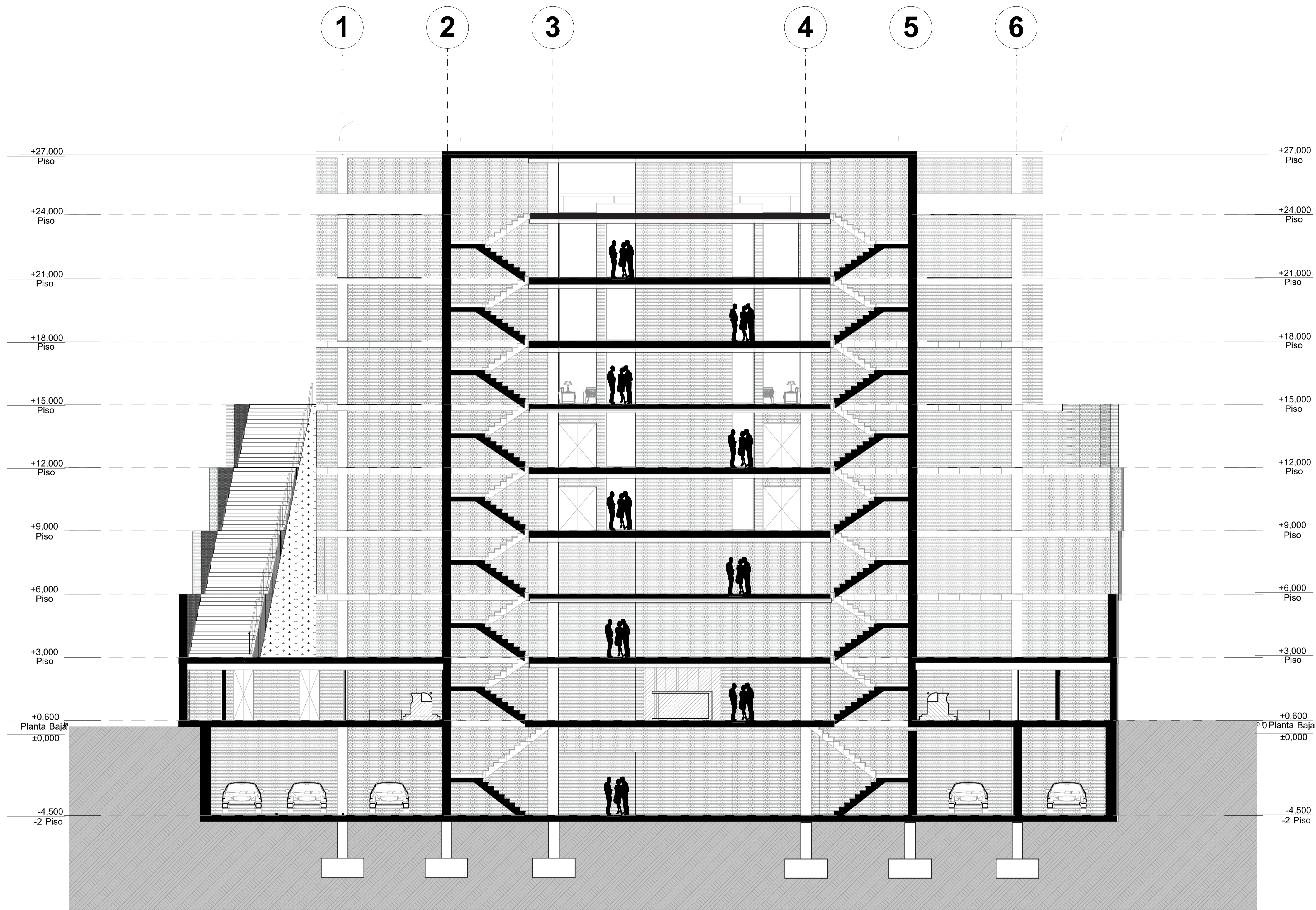
Fecha: 27/8/2024

CONTENIDO:
Elevación Lateral Izquierda.

CARRERA:
Unidad Académica de Ingeniería,
Industria y Construcción "Arquitectura"

N° PLANO:
4/6

Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante la Implementación de Paneles Solares



UNIDAD:
Metros.

ESCALA:
1:100

DIBUJADO: Cristian Andrade.
Kevin Ulloa.

Fecha: 27/8/2024

DIBUJADO: Arq. José David Quizhpe.

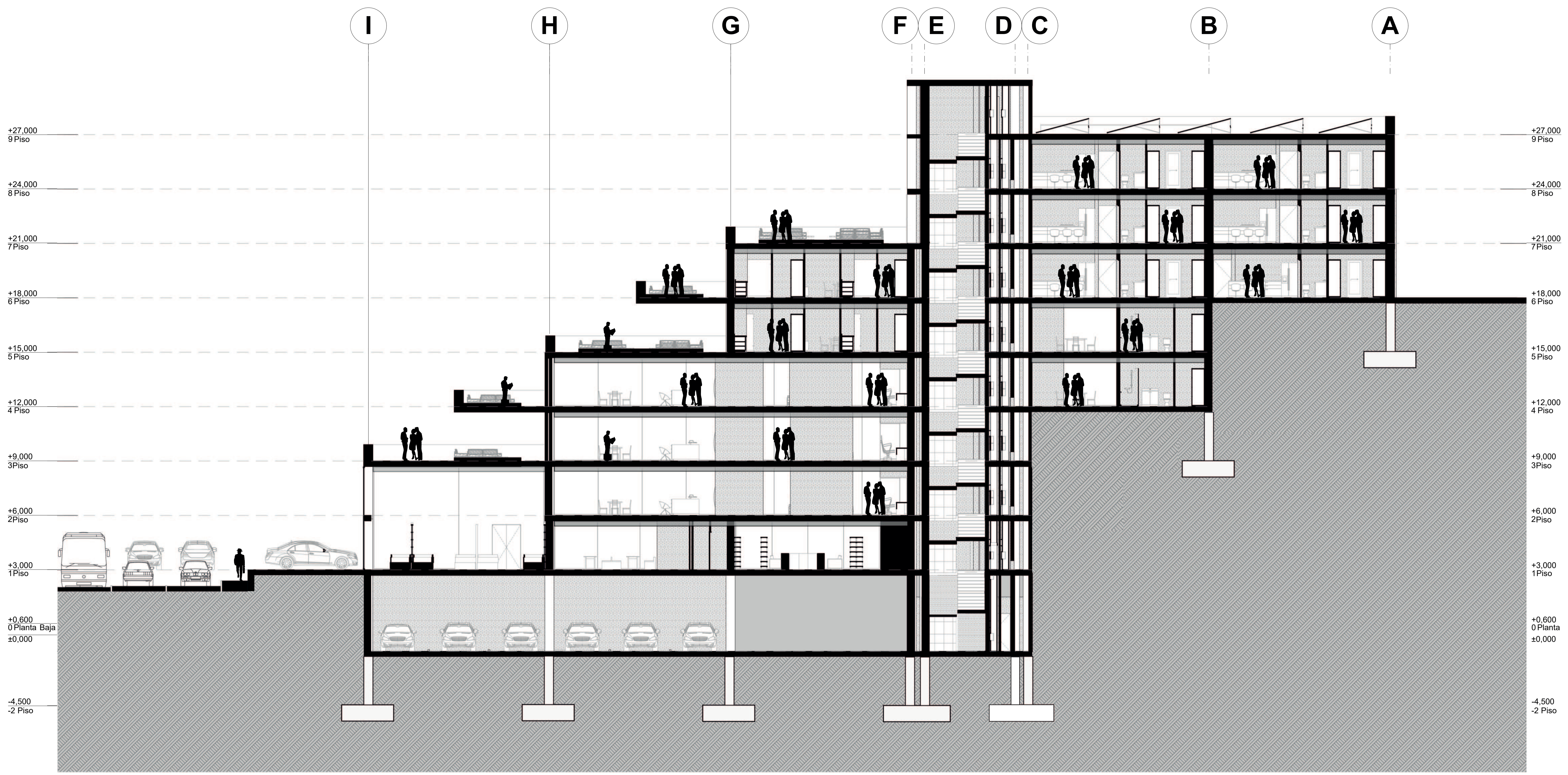
Fecha: 27/8/2024

CONTENIDO: Sección de construcción A-A

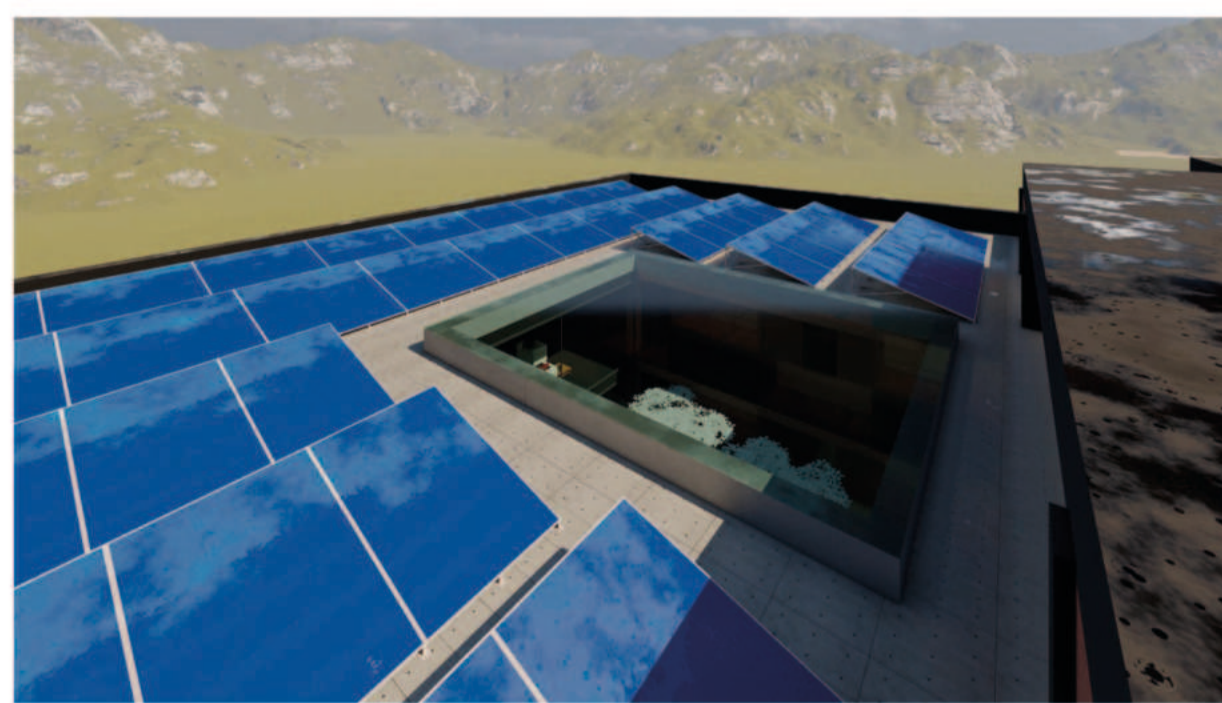
CARRERA:
Unidad Académica de Ingeniería,
Industria y Construcción "Arquitectura"

N° PLANO
:
5/6

Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante la Implementación de Paneles Solares



| | | | | | | |
|--|---------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| | UNIDAD: Metros. | DIBUJADO: Cristian Andrade. Kevin Ulloa. | Fecha: 27/8/2024 | CONTENIDO: Sección de construcción B-B | CARRERA: Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción "Arquitectura" | N° PLANO : 6/6 |
| | ESCALA: 1:100 | DIBUJADO: Arq. José David Quizhpe. | Fecha: 27/8/2024 | | | |



UNIDAD:
Metros.

ESCALA:
1:100

DIBUJADO: Cristian Andrade.
Kevin Ulloa.

Fecha: 27/8/2024

DIBUJADO: Arq. José David Quizhpe.

Fecha: 27/8/2024

CONTENIDO:
IMAGENES INTERIORES Y EXTERIORES

CARRERA:
Unidad Académica de Ingeniería,
Industria y Construcción "Arquitectura"

N° PLANO:
0/0

Diseño de un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante la Implementación de Paneles Solares

FOTOMONTAJE DEL PROYECTO



AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Nosotros(a)s, **Cristian Geovanny Andrade Tenesaca y Kevin Steven Ulloa Aguilar** portadore(a)s de las cédulas de ciudadanía N.º 0302687686 y 0106000318. En calidad de autore(a)s y titulares de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Diseño De Un Edificio Multifamiliar Eficiente Energéticamente Mediante La Implementación De Paneles Solares”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconocemos 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; autorizamos 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, 23 de octubre de 2024



F:
Cristian Geovanny Andrade Tenesaca
0302687686



F:
Kevin Steven Ulloa Aguilar
0106000318