

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

ESCUELA DE ARQUITECTURA

CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ

PROYECTO DESARROLLADO POR:

CRIS AMARILIS VICENTE DE LA ROSA





FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

ESCUELA DE ARQUITECTURA

**CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE Y
EDUCACIÓN AMBIENTAL
PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ**

PROYECTO DESARROLLADO POR:

CRIS AMARILIS VICENTE DE LA ROSA

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

ARQUITECTA

Guatemala, agosto del 2026

Me reservo los derechos de autor haciéndome responsable de las doctrinas sustentadas adjuntas, en la originalidad y contenido del Tema, en el Análisis y Conclusión final, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

JUNTA DIRECTIVA

Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini

Decano

Msc. Licda. Ilma Judith Prado Duque

Vocal II

Arq. Mayra Jeanett Díaz Barillas

Vocal III

Br. Oscar Alejandro La Guardia Arriola

Vocal IV

Br. Laura del Carmen Berganza Pérez

Vocal V

Arq. Francisco Ronaldo Herrarte Gonzalez

Secretario Académico

TRIBUNAL EXAMINADOR

Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini

Decano

Arq. Francisco Ronaldo Herrarte Gonzalez

Secretario Académico

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

Examinador

Arq. Delia María Dávila Illescas

Examinador

Msc. Arq. Edwin Rodolfo Saravia Tablas

Examinador

ACTO QUE DEDICO:

A Dios, por ser mi guía y fortaleza, por cada lección aprendida y por darme la claridad para llegar hasta este día.

A mis padres, Martina y Rony. Gracias por ser mis más grandes ejemplo de vida, por creer en mí desde el primer instante y por apoyarme incondicionalmente en cada momento, bueno o malo. Este logro les pertenece tanto como a mí.

A mis hermanos, Robert, Gaby y Merly, por ser mis cómplices y mi refugio. Gracias por acompañarme, por apoyarme y por estar siempre conmigo en este largo camino.

A mi novio, Esteban. Has sido una parte fundamental en mi vida y en este proceso. Gracias por todo lo que he aprendido de ti, por tu amor y el tiempo que has estado a mi lado.

A mi familia, por su cariño constante, sus buenos deseos y por ser mi red de apoyo.

A mis amigos, por acompañarme durante todo este tiempo. Gracias por su tiempo y consejos que han sido de gran apoyo.

Y a mis perritos, Lion y Milly, gracias por acompañarme durante todo este proceso, por estar a mis pies en tantas noches en vela y por nunca dejarme sola.

Este logro es la suma del amor, la paciencia y el apoyo de cada uno de ustedes. Gracias.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL A:

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a la Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser el lugar donde cultivé mis conocimientos y habilidades, y por brindarme las oportunidades que han sido fundamentales en mi formación.

A mis profesores a lo largo de la carrera, quienes compartieron su sabiduría y me guiaron con paciencia y dedicación. Sus enseñanzas han sido pilares esenciales para mi desarrollo académico y profesional.

Un agradecimiento especial a mis asesores, Arq. Valladares, Arq. Dávila y Arq. Saravia, por su invaluable orientación y apoyo durante el desarrollo de este proyecto. Su experiencia y consejos han sido cruciales para llevar a cabo este proyecto.

Finalmente, a la Municipalidad de Patulul, Suchitepéquez, por confiar en mi proyecto y brindarme el respaldo necesario para su realización. Su colaboración ha sido fundamental para convertir esta visión en realidad.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	XVII
LÁMINAS INTRODUCTORIAS.....	XIX
ÍNDICE DE FIGURAS	XXIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XXIX
GLOSARIO	1
CAPÍTULO 1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.1. Antecedentes.....	7
1.2. Definición del problema	8
1.3. Justificación.....	9
1.4. Delimitación.....	10
1.4.1. Delimitación temática.....	10
1.4.2. Delimitación geográfica	10
1.4.3. Delimitación temporal.....	11
1.4.4. Delimitación poblacional	12
1.5. Objetivos.....	13
1.6. Metodología.....	14
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTO TEÓRICO	17
2.1. Teorías de la arquitectura.....	19
2.1.1. Arquitectura orgánica	19
2.1.2. Arquitectura sustentable.....	21
2.1.3. Relación de posturas teóricas	23
2.2. Historia de la arquitectura en estudio.....	26
2.2.1. Historia de la arquitectura orgánica	26

2.2.2.	Historia de la arquitectura sustentable	28
2.3.	Teorías, conceptos y definiciones	30
2.3.1.	Desarrollo temático.....	31
2.3.1.1.	<i>Residuos sólidos municipales.....</i>	32
2.3.1.2.	<i>Gestión integral de los residuos sólidos municipales.....</i>	33
2.3.1.3.	<i>Generación</i>	34
2.3.1.4.	<i>Separación de residuos en la fuente.....</i>	35
2.3.1.5.	<i>Almacenamiento.....</i>	35
2.3.1.6.	<i>Recolección y transporte</i>	37
2.3.1.7.	<i>Aprovechamiento</i>	38
2.3.1.8.	<i>Reuso o reutilización.....</i>	38
2.3.1.9.	<i>Reciclaje.....</i>	38
2.3.1.10.	<i>Tratamiento.....</i>	40
2.3.1.11.	<i>Compost.....</i>	41
2.3.1.12.	<i>Educación ambiental en el reciclaje.....</i>	42
2.4.	Casos de estudio.....	43
2.4.1.	Centro de acopio para reciclaje; Ruhm Architekten	43
2.4.1.1.	<i>Conjunto.....</i>	44
2.4.1.2.	<i>Aspectos funcionales.....</i>	45
2.4.1.3.	<i>Aspectos ambientales</i>	47
2.4.1.4.	<i>Aspectos morfológicos.....</i>	47
2.4.1.5.	<i>Aspectos técnico-constructivos.....</i>	48
2.4.1.6.	<i>Cuadro síntesis</i>	49
2.4.2.	Centro de Reciclaje Sydhavns; BIG.....	50
2.4.2.1.	<i>Conjunto.....</i>	51
2.4.2.2.	<i>Aspectos funcionales.....</i>	52
2.4.2.3.	<i>Aspectos ambientales.....</i>	53

2.4.2.4.	<i>Aspectos morfológicos</i>	54
2.4.2.5.	<i>Aspectos técnico- constructivos</i>	56
2.4.2.6.	<i>Cuadro síntesis</i>	57
2.4.3.	Planta de separación de desechos sólidos, AMSA.....	58
2.4.3.1.	<i>Conjunto</i>	58
2.4.3.2.	<i>Aspectos funcionales</i>	59
2.4.3.3.	<i>Aspectos ambientales</i>	61
2.4.3.4.	<i>Aspectos morfológicos</i>	61
2.4.3.5.	<i>Aspectos técnico-constructivos</i>	62
2.4.3.6.	<i>Cuadro síntesis</i>	63
2.4.4.	Cuadro síntesis de casos de estudio.....	64
CAPÍTULO 3. CONTEXTO DEL LUGAR.....		67
3.1.	Contexto social	69
3.1.1.	División político-administrativa.....	69
3.1.2.	Centros poblados	70
3.1.2.1.	<i>Población total</i>	71
3.1.2.2.	<i>Estimaciones y proyecciones de la población total</i>	72
3.1.2.3.	<i>Por comunidad lingüística</i>	72
3.1.2.4.	<i>Por nivel de pobreza</i>	73
3.1.2.5.	<i>Por forma principal de eliminación de la basura</i>	73
3.1.3.	Historia y cultura.....	74
3.1.3.1.	<i>Aspectos culturales y religiosos</i>	74
3.1.4.	Marco legal.....	75
3.1.4.1.	<i>Constitución Política de República de Guatemala</i>	76
3.1.4.2.	<i>Ley de protección y mejoramiento del ambiente 1986</i>	76
3.1.4.3.	<i>Decreto 4-89, Ley de áreas protegidas</i>	76
3.1.4.4.	<i>Decreto 90-97, Código de salud</i>	77

3.1.4.5.	<i>Decreto Número 7-2013, Ley marco de cambio climático.....</i>	<i>77</i>
3.1.4.6.	<i>Acuerdo Gubernativo No. 281-2015, Política Nacional para la gestión integral de residuos y desechos sólidos.....</i>	<i>78</i>
3.1.4.7.	<i>Acuerdo Gubernativo 164-2021, Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes.....</i>	<i>78</i>
3.1.4.8.	<i>Plan de acción de basura marina para el pacífico nordeste</i>	<i>78</i>
	<i>2022-2026</i>	<i>78</i>
3.2.	Contexto económico	79
3.2.1.	Población económicamente activa -PEA-	79
3.2.2.	Principales actividades económicas.....	79
3.2.2.1.	Sectores económicos	80
3.2.2.2.	Condiciones económicas de la población.....	81
3.3.	Contexto ambiental	82
3.3.1.	Análisis macro.....	82
3.3.2.	Paisaje natural	82
3.3.2.1.	Clima	86
3.3.2.2.	Topografía	86
3.3.2.3.	Fauna.....	88
3.3.2.4.	Flora	89
3.3.2.5.	Usos del suelo	93
3.3.2.6.	Análisis de riesgos	95
3.3.2.7.	Paisaje construido	96
3.3.2.8.	Estructura urbana	101
3.3.3.	Selección del terreno.....	104
3.3.4.	Análisis micro.....	105
3.3.4.1.	Análisis del sitio	105
3.3.4.2.	Normativas	113

3.3.4.3.	<i>Accesibilidad</i>	114
3.3.4.4.	<i>Topografía e irradiación solar</i>	116
3.3.4.5.	<i>Exposición al viento.....</i>	117
3.3.4.6.	<i>Transporte.....</i>	120
3.3.4.7.	<i>Características.....</i>	121
CAPÍTULO 4. IDEA.....		125
4.1.	Predimensionamiento	127
4.1.1.	Dimensiones planta de separación.....	129
4.1.2.	Dimensiones planta de reciclaje PET	130
4.1.3.	Dimensiones área de compost.....	131
4.1.4.	Dimensiones área educativa	132
4.2.	Programa arquitectónico.....	133
4.3.	Premisas de diseño.....	136
4.3.1.	Funcionales	136
4.3.2.	Morfológicas.....	139
4.3.3.	Tecnológicas - constructivas.....	140
4.3.4.	Ambientales.....	141
4.4.	Fundamentación conceptual	143
4.5.	Técnicas de diseño.....	143
4.5.1.	Diagramas	144
4.5.1.1.	<i>Diagrama de flujo GIRS.....</i>	144
4.5.1.2.	<i>Diagrama de flujo planta de separación de residuos.....</i>	144
4.5.1.3.	<i>Diagrama de flujo planta de compost.....</i>	145
4.5.1.4.	<i>Diagrama de flujo relleno sanitario.....</i>	145
4.5.1.5.	<i>DIAGRAMA DE ZONIFICACIÓN</i>	146
4.5.1.6.	<i>Diagrama de relaciones</i>	147

4.5.1.7.	<i>Diagrama de circulaciones.....</i>	<i>148</i>
4.5.1.8.	<i>Diagrama de flujos.....</i>	<i>149</i>
4.5.1.9.	<i>Diagrama de burbujas.....</i>	<i>150</i>
4.5.2.	Configuración de la forma	151
CAPÍTULO 5. PROYECTO		153
5.1.	Descripción del proyecto.....	155
5.2.	<i>Centro de Acopio, Reciclaje y Educación Ambiental en Patulul, Suchitepéquez</i>	<i>156</i>
5.2.1.	Conjunto	157
5.2.2.	Circulaciones	161
5.2.3.	Centro Educativo + Administración.....	163
5.2.3.1.	<i>Secciones</i>	<i>165</i>
5.2.3.2.	<i>Elevaciones</i>	<i>167</i>
5.2.3.3.	<i>MODELO 3D</i>	<i>179</i>
5.2.3.4.	<i>MODELO 3D</i>	<i>180</i>
5.2.4.	Planta de separación	181
5.2.4.1.	<i>Secciones</i>	<i>183</i>
5.2.4.2.	<i>Elevaciones</i>	<i>185</i>
5.2.4.3.	<i>MODELO 3D</i>	<i>189</i>
5.2.4.4.	<i>LÓGICA ESTRUCTURAL.....</i>	<i>190</i>
5.2.5.	Planta de recuperación	191
5.2.5.1.	<i>SECCIONES</i>	<i>193</i>
5.2.5.2.	<i>Elevaciones</i>	<i>195</i>
5.2.5.3.	<i>MODELO 3D</i>	<i>199</i>
5.2.5.4.	<i>LÓGICA ESTRUCTURAL.....</i>	<i>200</i>
5.2.6.	Planta de tratamiento compost.....	201
5.2.6.1.	<i>Secciones</i>	<i>203</i>

5.2.6.2.	<i>Elevaciones</i>	205
5.2.6.3.	<i>MODELO 3D</i>	209
5.2.6.4.	<i>LÓGICA ESTRUCTURAL</i>	210
5.2.7.	Diagrama de instalación hidráulica.....	211
5.2.8.	Diagrama de instalación de agua pluvial	213
5.2.9.	Diagrama de instalación sanitaria	215
5.2.10.	Diagrama de instalación eléctrica.....	217
5.2.11.	Paleta vegetal.....	219
5.2.12.	Gestión de riesgo	221
5.3.	Presupuesto	223
5.4.	Cronograma de ejecución.....	225
CONCLUSIONES		227
RECOMENDACIONES		228
REFERENCIAS		229
ÍNDICE DE ANEXOS		237

INTRODUCCIÓN

La gestión de los residuos sólidos es uno de los grandes desafíos de nuestros tiempos. El crecimiento de la población, la urbanización y el impacto en el medioambiente demandan soluciones sostenibles que respondan a estas realidades. En Guatemala, con la aprobación del *Acuerdo Gubernativo 164-2021* sobre la gestión integral de residuos y desechos sólidos comunes, se establece un marco normativo que regula la recolección, transporte, reciclaje, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los desechos. Según el *Código Municipal*, cada municipalidad es responsable de garantizar el tratamiento adecuado de los residuos, lo cual, convierte el manejo de los mismos en una prioridad para las comunidades.

El municipio de Patulul, en el departamento de Suchitepéquez, enfrenta un desafío significativo en este aspecto, ya que actualmente cuenta con un vertedero a cielo abierto y con basureros clandestinos en zonas urbanas. La acumulación de desechos sin un plan adecuado afecta el medioambiente, la salud pública y la calidad de vida de los habitantes, y también perjudica la imagen del municipio.

Para responder a dicha problemática, este proyecto propone la creación de un Centro de Acopio, Reciclaje y Educación Ambiental en el área urbana de Patulul, con el objetivo de establecer un sistema integral de manejo de residuos sólidos que cubra, desde la generación, hasta la disposición final e impulse una transformación positiva en la comunidad.

La propuesta se desarrolla en dos fases, ajustadas a la escala del problema y al espacio necesario para atender la demanda. La Fase I prioriza la educación ambiental y la gestión inicial de los residuos. El proyecto propuesto contará con un espacio de capacitación para sensibilizar a la comunidad y con una planta de separación y compostaje, orientada a aprovechar los residuos orgánicos, que representan más del 50 % de los desechos generados en la zona. La Fase II se enfocará en la recuperación de materiales específicos a través de una planta de reciclaje de PET y otra de cartón, impulsando así la economía circular y reduciendo la dependencia de materiales nuevos.

Para el diseño de estas instalaciones, se optó por principios de arquitectura orgánica y sustentable. Esto significa que las construcciones están concebidas para integrarse de manera armónica con el entorno, optimizar recursos energéticos y minimizar su huella ecológica, lo cual, aporta a la sostenibilidad del proyecto. Con un enfoque que abarca la reducción de residuos, la educación ambiental y la generación de empleo, este centro busca mejorar la gestión de desechos en Patulul y también fomentar un modelo de desarrollo que valore y proteja el medioambiente.

CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE Y EDUCACIÓN AMBIENTAL PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ

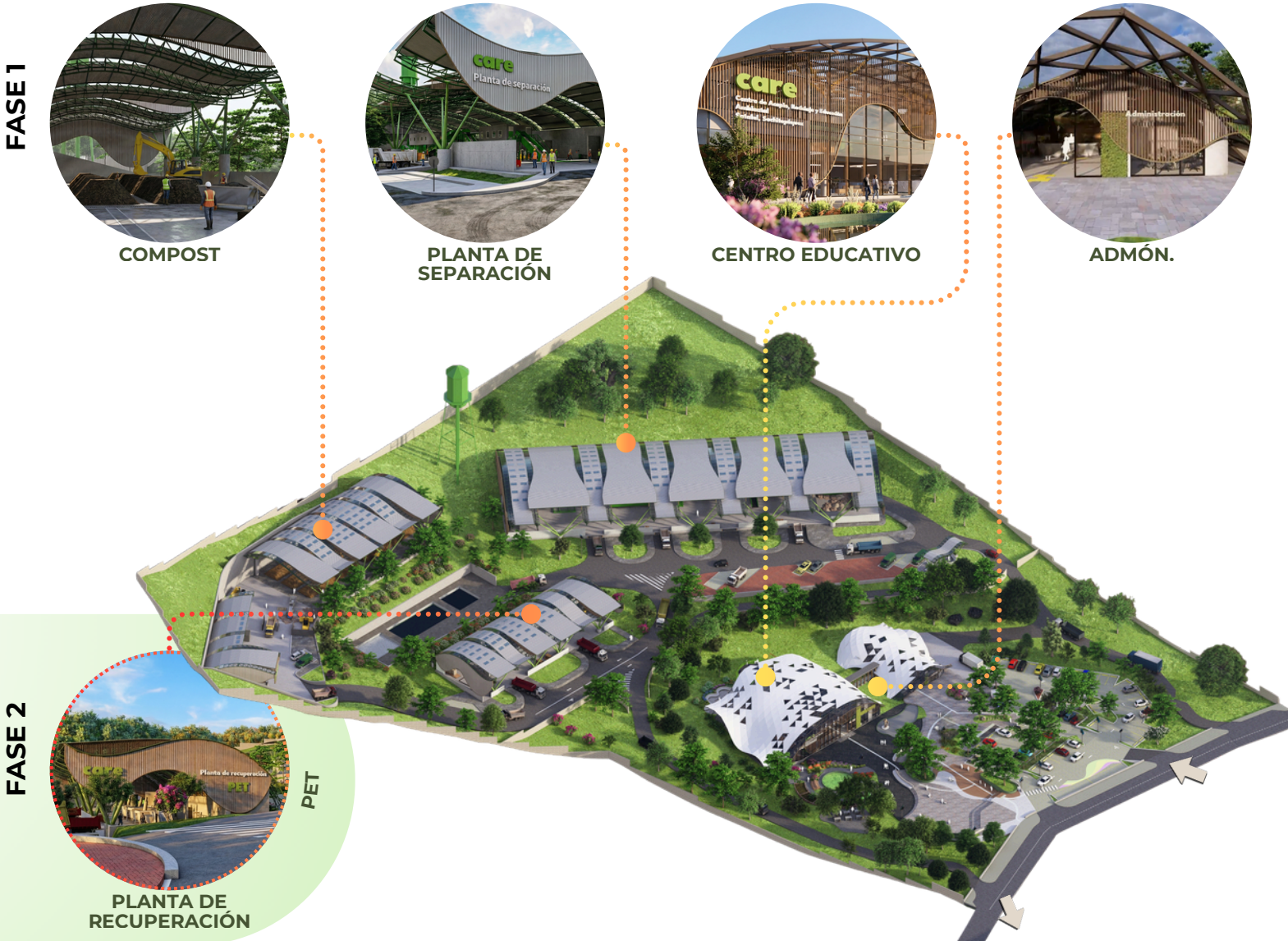
LOCALIZACIÓN



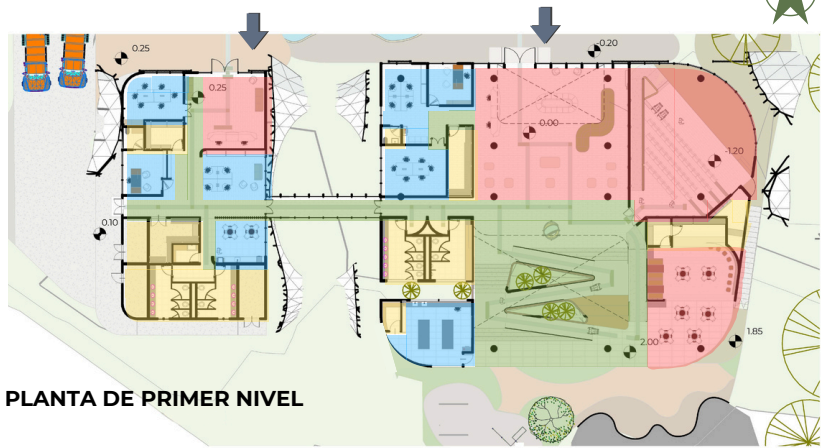
PROBLEMA

Patulul, Suchitepéquez, enfrenta problemas críticos en la gestión de desechos sólidos debido a la falta de un sistema eficiente de recolección y un vertedero a cielo abierto que genera acumulación de basura, contaminación y riesgos de salud. La población, sin opciones adecuadas, recurre a prácticas inadecuadas como la quema y el desecho en ríos y espacios públicos, afectando el medio ambiente.

CONJUNTO

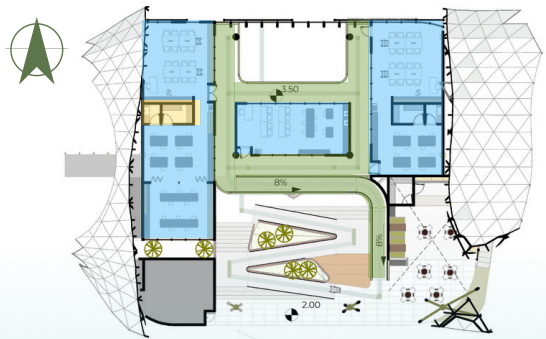


CENTRO EDUCATIVO



ÁREAS

- SOCIAL
- PRIVADO
- SERVICIO
- CIRCULACIÓN



CONFIGURACIÓN DE LA FORMA



FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

care



Cris Amarilis Vicente
de la Rosa
201902549

CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE Y EDUCACIÓN AMBIENTAL PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ

PLANTA DE SEPARACIÓN DE MATERIALES

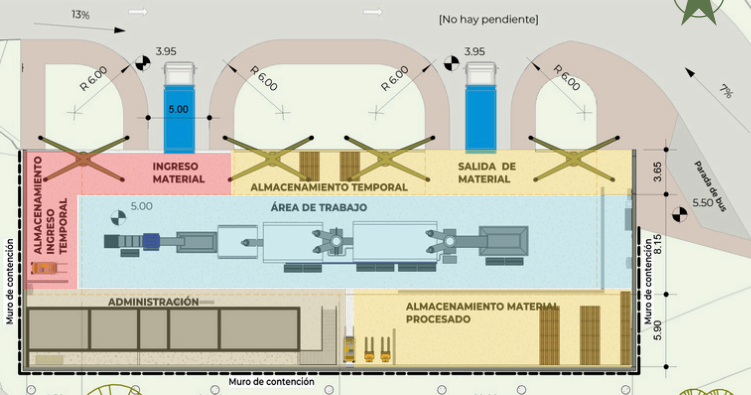


PLANTA DE TRATAMIENTO COMPOST

ÁREAS COMUNES

- DESCARGA
- TRABAJO
- ALMACENAMIENTO
- MODULO DE ADMÓN.

PLANTA DE RECUPERACIÓN



Planta de Compost



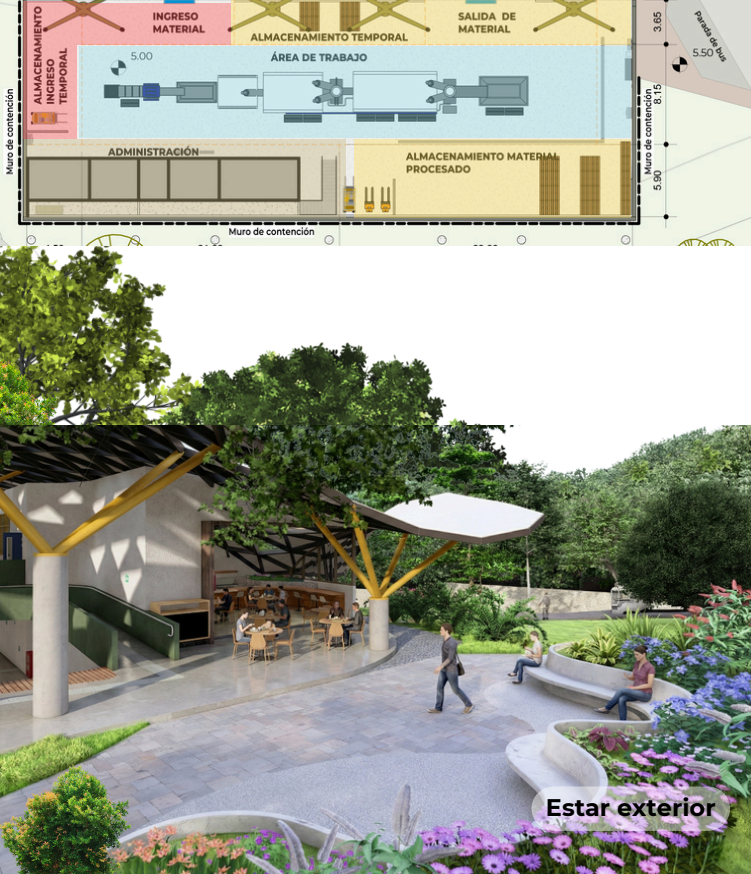
Planta de Recuperación



Taller Artesanías



Vestíbulo General



Estar exterior



FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA



Cris Amarilis Vicente
de la Rosa
201902549

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de Patulul, Suchitepéquez.....	9
Figura 2. Fórmula para calcular la VUD	10
Figura 3. Delimitación temporal del proyecto.	11
Figura 4. Cálculo de la población final.	12
Figura 5. Metodología de ejecución del proyecto.....	15
Figura 6. Casa de la Cascada; Frank Lloyd Wright.....	21
Figura 7. Centre Culturel Jean-Marie Tjibaou / Renzo Piano	23
Figura 8. Línea del tiempo, Arquitectura Orgánica.....	27
Figura 9. Línea del tiempo, Arquitectura Sustentable.....	29
Figura 10. Gestión integral de los RSM.....	34
Figura 11. Ciclo de vida del compost.....	41
Figura 12. Centro de acopio para reciclaje; RUHM Architekten	43
Figura 13. Ubicación Centro de acopio para reciclaje; RUHM Architekten.....	44
Figura 14. Planta de conjunto - Centro de acopio para reciclaje; RUHM Architekten	45
Figura 15. Funcionamiento general del Centro de acopio para reciclaje; RUHM Architekten	46
Figura 16. Organización lineal, Centro de Acopio para Reciclaje de RUHM Architekten	46
Figura 18. Soleamiento Centro de Acopio para Reciclaje; RUHM Architekten	47
Figura 17. Cerramiento suroeste del Centro de Acopio para Reciclaje" de RUHM Architekten	47
Figura 19. Vista exterior, Centro de acopio para reciclaje; RUHM.....	48
Figura 20. Interior Centro de Acopio para Reciclaje de RUHM Architekten.....	48

Figura 21.	Centro de Reciclaje Sydhavns.....	50
Figura 22.	Ubicación del CENTRO DE RECICLAJE SYDHAVNS / BIG.....	51
Figura 23.	Planta de conjunto; Centro De Reciclaje Sydhavns; BIG.....	52
Figura 24.	Áreas del proyecto, Centro de Reciclaje Sydhavns ; BIG	52
Figura 25.	Actividades en la terraza.....	53
Figura 27.	Soleamiento del Centro de Reciclaje Sydhavn.	54
Figura 26.	Vista aérea del conjunto.....	54
Figura 28.	Interior Centro de Reciclaje Sydhavn.....	54
Figura 29.	Diagrama para la realización de la forma.....	55
Figura 30.	Ingreso al Centro de Reciclaje.....	55
Figura 31.	Fachada Centro de Reciclaje	56
Figura 32.	Construcción de muros del área perimetral.....	57
Figura 33.	Construcción de paredes del área multifuncional.....	57
Figura 34.	Ubicación de la Planta separadora de desechos AMSA	59
Figura 35.	Planta de conjunto de la Planta de separación de residuos AMSA.	60
Figura 36.	Funcionamiento de la Planta de separación de residuos sólidos AMSA	60
Figura 38.	Maquinaria de la planta.....	61
Figura 37.	Cintas transportadoras.....	61
Figura 39.	Soleamiento de la Planta de separación de residuos AMSA.	62
Figura 40.	Morfología de la Planta.....	62
Figura 41.	Construcción de la planta de separación de desechos AMSA.....	63
Figura 42.	Estructura de la planta de separación de desechos AMSA	64
Figura 43.	Estimaciones y proyecciones de la población total	73
Figura 44.	Comunidad lingüística maya (%).....	73
Figura 45.	Forma principal de eliminación de basura.....	74

Figura 46. Señoras originarias de Patulul Suchitepéquez	76
Figura 47. Ecosistemas de Patulul basado en las zonas de vida.....	86
Figura 48. Clima en Patulul, Suchitepéquez	87
Figura 49. Mapa topográfico de Patulul, Suchitepéquez	88
Figura 50. Cobertura vegetal y uso de la tierra	94
Figura 51. Uso de suelo de Patulul Suchitepéquez	95
Figura 52. Amenaza por inundaciones en el casco urbano Patulul,.....	97
Figura 53. Viviendas del casco urbano Patulul, Suchitepéquez.....	98
Figura 54. Material predominante en paredes exteriores. Municipio de Patulul, Suchitepéquez	98
Figura 55. Material predominante en el techo. Municipio de Patulul, Suchitepéquez	99
Figura 56. Elementos urbanos Patulul, Suchitepéquez.....	100
Figura 57. Barrios Patulul, Suchitepéquez.....	101
Figura 58. Traza urbana Patulul, Suchitepéquez.....	102
Figura 59. Usos del suelo urbano Patulul, Suchitepéquez	103
Figura 60. Red vial Patulul, Suchitepéquez	104
Figura 61. Mapa Ubicación del sitio.....	106
Figura 62. Posición Geográfica, terreno.....	107
Figura 63. Delimitación del terreno.....	108
Figura 64. Acceso al terreno.....	109
Figura 65. Fotografía del sitio.....	110
Figura 66. Fotografía propia del sitio (marzo 2024).....	110
Figura 67. Vista de la calle hacia terreno	111
Figura 68. Uso del suelo cercano al terreno.....	112
Figura 69. Tienda local del área.....	113
Figura 70. Vivienda cerca del terreno	113

Figura 71. Uso del suelo urbano PDM-OT	115
Figura 72. Recorrido a pie hacia terreno desde el parque central.....	116
Figura 73. Acceso vehicular al terreno	116
Figura 74. Curvas de nivel terreno.....	117
Figura 75. Camino de sol.....	118
Figura 76. Carta Solar	118
Figura 77. Rosa de vientos predominantes durante el año.....	119
Figura 78. Vientos predominantes	120
Figura 79. Especies predominantes en el terreno	121
Figura 80. Fines de la vegetación existente.....	122
Figura 81. Ruta transporte público.....	123
Figura 82. Características del terreno	124
Figura 83. Composición general de los residuos y desechos sólidos comunes en Guatemala.....	130
Figura 84. Cantidad de residuos PET al día.	133
Figura 85. Cantidad de residuos orgánicos al día y año.....	133
Figura 86. Volumen de la capacidad de carga de la pila.....	134
Figura 87. Cálculo del área a usar para la descomposición del compost....	134
Figura 88. Cálculo de capacidad de alumnos para impartir charlas.....	135
Figura 89. Porcentaje área de ocupación	138
Figura 90. Gráficas porcentaje de áreas.....	138
Figura 91. Mapa conceptual idea.....	145
Figura 92 . Diagrama de flujo de Gestión integral de los RSM.....	146
Figura 93. Diagrama de flujo de separación de residuos.	146
Figura 94. Diagrama de proceso de una PdC parcialmente mecanizada....	147
Figura 95. Diagrama simplificado del proceso de construcción y disposición de los desechos en el relleno sanitario.....	147

Figura 96. Diagramas	148
Figura 97. Diagrama de relaciones.....	149
Figura 98. Diagrama de circulaciones.....	150
Figura 99. Diagrama de flujos.....	152
Figura 100. Diagrama de burbujas.....	153
Figura 101. Terreno del proyecto	154
Figura 102. Equipamiento Educativo Patulul Suchitepéquez	263
Figura 103. Equipamiento Salud Patulul, Suchitepéquez	264
Figura 104. Equipamiento comercial Patulul, Suchitepéquez	265
Figura 105. Equipamiento administrativo Patulul, Suchitepéquez.....	267
Figura 106. Equipamiento Recreacional-Deportivo Patulul, Suchitepéquez.	268

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores para la estimación de la vida útil del edificio.....	10
Tabla 2. Actividades generadoras de residuos sólidos en la Región de América Latina y el Caribe	33
Tabla 3. Recipientes de almacenamiento de residuos.....	36
Tabla 4. Camiones comunes para el transporte de residuos.....	38
Tabla 5. Maquinaria utilizada en el proceso de reciclaje.....	40
Tabla 6. Síntesis del Caso de Estudio 1.....	49
Tabla 7. Síntesis Caso de estudio 2.....	58
Tabla 8. Síntesis Caso de estudio 3.....	64
Tabla 9. Cuadro síntesis de casos análogos.....	65
Tabla 10. Número de centros poblados por categoría	72
Tabla 11. Motores económicos que determinan el potencial del municipio Patulul, Suchitepéquez.....	81
Tabla 12. Clasificación zonas de vida en el municipio de Patulul, Suchitepéquez.	85
Tabla 13. Especies animales comunes en el Depto. de Suchitepéquez.....	90
Tabla 14. Flora común en el Depto. de Suchitepéquez.....	93
Tabla 15. Especificación básica y parámetros de maquinaria BESTON.....	131
Tabla 16. Características de maquinaria AWS-PET.	132
Tabla 17. Cuadro del programa arquitectónico	137
Tabla 18. Cálculo del estacionamiento.....	137
Tabla 19. Premisas Funcionales	140
Tabla 20. Premisas morfológicas	141
Tabla 21 Premisas Tecnológicas-Constructivas	143

Tabla 22. Premisas Ambientales144

Tabla 23. Presupuesto.....228

Tabla 24. Honorarios.....228

Tabla 25. Cronograma de ejecución230

GLOSARIO

Acopio: acción de reunir y almacenar temporalmente materiales ya clasificados (como PET, cartón, vidrio) antes de ser transportados para su reciclaje o venta.

Aireación: introducción de oxígeno para evitar procesos anaeróbicos.

Almacenamiento temporal: práctica de guardar ordenadamente los residuos y desechos en un lugar específico por un tiempo limitado, justo antes de que sean recogidos para su transporte o tratamiento.

Centro de acopio: instalación destinada a la recepción, clasificación y almacenamiento temporal de residuos valorizables.

Compactación: disminución del volumen de residuos para optimizar almacenamiento y transporte.

Compost: producto final obtenido del proceso de compostaje (descomposición biológica controlada) de la materia orgánica. Es un abono o enmienda de suelo rico en nutrientes, estabilizado y libre de patógenos.

Cribado: proceso mecánico de separación que utiliza mallas o tamices (cribas) para clasificar materiales, residuos o el compost, según su tamaño o granulometría.

Captación de agua pluvial: sistema para recolectar, almacenar y reutilizar agua de lluvia dentro del proyecto.

Desecho: material descartado que carece de valor de uso o comercial, por lo que no puede ser reciclado o reutilizado y debe ser enviado a disposición final. Es la "basura no aprovechable".

Disposición final: etapa final del manejo de desechos donde estos se confinan de manera definitiva y segura, utilizando tecnologías (como un relleno sanitario controlado) para aislar la contaminación y evitar riesgos a la salud y al ambiente.

Economía circular: modelo que busca mantener los materiales en uso el mayor tiempo posible.

Lagunas de estabilización: sistema de tratamiento natural de aguas residuales o lixiviados que utiliza procesos biológicos (aeróbicos y anaeróbicos) en estanques o piscinas para reducir la carga contaminante antes de su disposición o reutilización.

Laguna facultativa: sistema de tratamiento de aguas residuales o lixiviados que combina procesos **aeróbicos y anaeróbicos** en un mismo cuerpo de agua. Funciona mediante una estratificación natural: en la capa superior predomina la descomposición aeróbica (con presencia de oxígeno), mientras que en el fondo se desarrollan procesos anaeróbicos. Este sistema permite reducir la carga orgánica de manera eficiente con bajo requerimiento energético.

Lixiviados: líquido altamente contaminante que se genera cuando el agua (usualmente de lluvia) se filtra a través de los residuos y desechos. Este líquido "lava" y arrastra sustancias tóxicas, representando un grave riesgo de contaminación para el suelo y las aguas subterráneas.

PET (Polietileno Tereftalato): acrónimo de 'Polietileno Tereftalato'. Es un tipo de plástico ligero, resistente y transparente, comúnmente utilizado en envases de bebidas (botellas de agua y gaseosas). Es uno de los plásticos más reciclados.

Proceso aeróbico: proceso biológico en el cual, microorganismos descomponen materia orgánica en presencia de oxígeno. En sistemas de tratamiento (como lagunas o piscinas), requiere aireación natural o inducida, y produce dióxido de carbono, agua y biomasa, con baja generación de olores.

Proceso anaeróbico: proceso biológico en el cual microorganismos descomponen materia orgánica en ausencia de oxígeno. Se desarrolla en zonas profundas o cerradas de las lagunas, generando gases como metano y dióxido de carbono, y es más eficiente para altas cargas orgánicas, aunque puede producir olores.

PTAR (planta de tratamiento de aguas residuales): instalación diseñada para tratar aguas contaminadas (domésticas, industriales o lixiviados) mediante

procesos físicos, químicos y biológicos, con el objetivo de reducir su carga contaminante antes de su descarga o reutilización.

Reciclaje: proceso de transformación de materiales que han sido recuperados de los residuos (como plástico, vidrio o papel) en nueva materia prima o en nuevos productos. Implica un cambio físico o químico del material original.

Recuperación: acción de separar y rescatar, de forma manual o mecánica, aquellos materiales valiosos (como cartón, vidrio, metales) del flujo de residuos, con el fin de que puedan ser reutilizados o reciclados.

Residuo: material descartado que, a diferencia de un desecho, todavía posee un valor económico o de uso. Puede ser aprovechado, reutilizado o reciclado. Es la "basura aprovechable".

Residuos y desechos sólidos comunes: término legal para referirse a la basura generada en hogares, comercios y oficinas (basura municipal). Se definen por no ser peligrosos, es decir, no son tóxicos, infecciosos, corrosivos o radiactivos.

Separación: acción de clasificar y separar la basura en diferentes categorías (por ejemplo: orgánico, plástico, vidrio) en el mismo lugar donde se genera (el hogar, la oficina), facilitando su posterior reciclaje.

Tipificación iconográfica: sistema de identidad visual (símbolos, colores y tipos de letra) estandarizado que se utiliza en la rotulación de contenedores y señalética para identificar de forma clara y uniforme los diferentes tipos de residuos.

Transferencia: proceso logístico en el cual los residuos recolectados por camiones pequeños se descargan en una instalación (Estación de Transferencia) para ser consolidados y cargados en vehículos de mayor capacidad, optimizando su transporte hacia la planta de tratamiento o disposición final.

Transporte: operación de movilizar los residuos y desechos desde los puntos de recolección (o desde una estación de transferencia) hasta las instalaciones de tratamiento, reciclaje o disposición final.

Tratamiento: cualquier proceso (mecánico, químico, biológico) que se aplica a los desechos para reducir su volumen, disminuir su peligrosidad o transformarlos antes de su disposición final. El compostaje es un tipo de tratamiento.

Volteo: acción de remover y mezclar el material orgánico que se encuentra en proceso de compostaje. Este procedimiento es esencial para airear la pila, distribuir la humedad y el calor, y acelerar la descomposición de manera uniforme.

CAPÍTULO 1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se identifica el problema a resolver a través de la elaboración del proyecto de grado. Así como también, los aspectos de la realidad estrechamente vinculada al tema a tratar, en el presente caso, un problema medioambiental.

En razón de que, el diseño de la investigación constituye la hoja de ruta de desarrollo del proyecto, en este capítulo se incluye: la definición del problema, su justificación, las diversas delimitaciones del tema, los objetivos y la metodología aplicada.



1.1. Antecedentes

El presente proyecto se origina a partir de la experiencia personal de la autora, quien ha vivido en el municipio de Patulul y ha sido testigo directo de los problemas derivados del mal manejo de los residuos sólidos. Especialmente, en las aldeas la situación es preocupante debido a la falta de un servicio de recolección de basura, lo que obliga a los residentes a quemar sus desechos o arrojarlos al río, transformando lo que antes era un espacio limpio y recreativo en un depósito de basura con malos olores y que contamina las fuentes de agua y suelo.

Además, el proyecto apoya los *Objetivos de Desarrollo Sostenible -ODS-* principalmente los siguiente:

- ODS 6. Agua limpia y saneamiento.
- ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.
- ODS 13. Acción por el clima.
- ODS 14. Vida submarina.
- ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres, promoviendo prácticas sostenibles para mitigar los impactos ambientales negativos y mejorar la calidad de vida de la comunidad.

Según el *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial Patulul, Suchitepéquez, 2019–2032*, se tiene como: “problema Central 2” la contaminación y daño al ambiente, y una de las causas directas es la contaminación de las fuentes de agua, por falta de tratamiento a los desechos sólidos y líquidos. Esto da como resultado un incremento en un 6.97 % de la tasa de mortalidad general.¹

En marzo del 2021, los alcaldes y diputados distritales de Suchitepéquez se reunieron con el propósito de llevar a cabo el proyecto de una planta de tratamiento de desechos sólidos en el departamento.

¹ Concejo Municipal de Patulul, Suchitepéquez. *Plan de Desarrollo Municipal y de Ordenamiento Territorial, Municipio de Patulul, Suchitepéquez. 2019–2032. PDM – OT*. Guatemala, 2019. Consultado el 5 de agosto de 2024, https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/07/1014_PDM_OT_PATULUL_SUCHITEPEQUEZ.pdf

En ese entonces organizaron las primeras medidas, entre ellas, formar una comisión para comenzar los acercamientos con entidades privadas para finalmente obtener el financiamiento para desarrollar el proyecto.

En conversaciones con la Municipalidad de Patulul, Suchitepéquez, el director municipal de planificación expresó un fuerte interés en el proyecto. La municipalidad ve esta iniciativa como una solución viable y necesaria para un problema grave en el municipio, respaldando aún más la relevancia y urgencia de implementar el *Centro de acopio, reciclaje y educación ambiental* en el municipio.

1.2. Definición del problema

El municipio de Patulul, Suchitepéquez, enfrenta una grave problemática en la gestión de los desechos sólidos debido a la ausencia de un sistema de recolección y manejo efectivo de los mismos. El vertedero existente opera a cielo abierto y carece de la capacidad y la infraestructura adecuada de procesamiento, lo que ha resultado en la acumulación descontrolada de basura y la proliferación de basureros clandestinos en diversas áreas. La falta de un sistema de recolección eficiente, sumada a la concentración limitada del servicio casi exclusivamente en el área urbana, provoca que una gran parte de la población carezca de opciones viables para la disposición final de sus residuos.

La carencia de espacios y servicios adecuados para la disposición de basura se traduce en prácticas inadecuadas por parte de la población, incluyendo la quema, entierro y descarte en ríos y áreas no apropiadas. Esta situación conlleva una contaminación ambiental y riesgos para la salud de los habitantes debido a la propagación de plagas y enfermedades. Los habitantes del municipio, tanto del área urbana, como rural, exigen una intervención arquitectónica para mejorar la gestión de residuos y lograr un mayor bienestar.

Esta deficiencia crítica en el servicio de recolección y manejo adecuado de los desechos sólidos es la causa fundamental, por la cual, la población afectada se ve obligada a recurrir a prácticas inadecuadas que amenazan directamente su salud pública y comprometen la integridad de su entorno natural.

1.3. Justificación

En función de la problemática indicada previamente, se justifica el diseño del *Centro de acopio, reciclaje y educación ambiental de Patulul, Suchitepéquez*, el cual, tiene como objetivo principal subsanar los problemas derivados del manejo inadecuado de desechos sólidos en Patulul. La creación de este espacio arquitectónico permitirá una gestión más eficiente de los residuos, reduciendo la contaminación y mejorando la salud de la población, además de generar empleo y desarrollo económico, a través de la economía de recirculación.

El proyecto se origina como producto de la necesidad de mejorar la calidad de vida de la población de Patulul, reduciendo los impactos negativos de la contaminación y promoviendo la salud pública. La relevancia social de este trabajo radica en su potencial para mejorar significativamente la calidad de vida de los habitantes de Patulul y preservar el entorno natural. Además, la trascendencia se refleja en la posibilidad de implementar soluciones similares en otras comunidades con problemas similares de gestión de residuos, como una respuesta efectiva para combatir el deterioro medioambiental.

El proyecto arquitectónico, se prevé como un espacio físico que propicie, significativamente: la reducción de la contaminación ambiental; la mejora de la salud pública; la generación de empleo; la educación ambiental a la comunidad y el fomento de una economía circular. Sin el proyecto, la situación actual de contaminación, problemas de salud y falta de desarrollo económico persistirá y muy probablemente aumentará, con impactos negativos continuos en la calidad de vida de la población.

La propuesta del *Centro de acopio, reciclaje y educación ambiental* promoverá la gestión adecuada de los desechos sólidos, reducción de la contaminación, mejoramiento de la salud pública, revitalización del municipio y fomento de la educación ambiental en la comunidad. Además, el proyecto servirá como modelo para la implementación de soluciones similares en otras comunidades.

1.4. Delimitación

Esta propuesta se estructura a partir de cuatro delimitaciones fundamentales para el desarrollo del proyecto arquitectónico: temática, geográfica, temporal y poblacional, las cuales se detallan a continuación.

1.4.1. Delimitación temática

Tema: Gestión de residuos sólidos

Subtema: Espacio arquitectónico con sostenibilidad ambiental para la gestión de residuos y capacitación ambiental.

Objeto de estudio: *Centro de Acopio, Reciclaje y Educación Ambiental de Patulul, Suchitepéquez.*

1.4.2. Delimitación geográfica

La ubicación geográfica específica de la investigación se enmarca en el Municipio de Patulul, departamento de Suchitepéquez, República de Guatemala. Esta delimitación geográfica asegura una comprensión en profundidad de las dinámicas socioculturales urbanas y rurales que influyen en el manejo de los residuos sólidos en el contexto local.



Figura 1. Ubicación geográfica de Patulul, Suchitepéquez.
Elaboración propia, con base en el mapa base de GADM.ORG

1.4.3. Delimitación temporal

La delimitación de la investigación establece su enfoque en el período de los últimos diez años, durante el cual se analizó: el volumen de desechos generados en el municipio; el sistema de transporte utilizado para su recolección y, finalmente, las modalidades de disposición final empleadas.

Según la *Norma ISO 15686* para estimar la vida útil de los edificios, se tienen en cuenta diferentes factores para determinar su tiempo de vida, también se considera que una edificación de este tipo tiene una vida media de 50-99 años. Se asigna un valor para cada uno de los factores de la siguiente manera: 0.8 = bajo; 1 = medio y 1.2 = alto. Finalmente se aplica la fórmula siguiente, en donde:

$$\text{VUD: } \text{VUE} * \text{A} * \text{B} * \text{C} * \text{D} * \text{F} * \text{G}$$

Figura 2. Fórmula para calcular la VUD
Elaboración propia con base en la *Norma ISO 15686*.

VUD: $99 * 1 * 1 * 0.8 * 1 * 1 * 1 = 79.2$ años, se aproxima a 80 años.

Factores	Valores asignados
A. Nivel o grado del diseño arquitectónico, constructivo y de sus instalaciones.	1.0
B. Calidad de los materiales y componentes de construcción.	1.0
C. El medioambiente del interior del edificio.	1.0
D. El medioambiente externo al edificio, tal como el clima y la contaminación urbana.	0.8
E. Calidad y nivel de la mano de obra.	1.0
F. Uso del edificio con base en manuales y especificaciones realizadas por los diseñadores y constructores para una mejor operabilidad del inmueble.	1.0
G. Grado o nivel de mantenimiento de acuerdo con las especificaciones asentadas en el manual de mantenimiento.	1.0

Tabla 1. Factores para la estimación de la vida útil del edificio
Elaboración propia con base en el método por factores de ISO 15686.

El tiempo total de vida estimado del proyecto será:

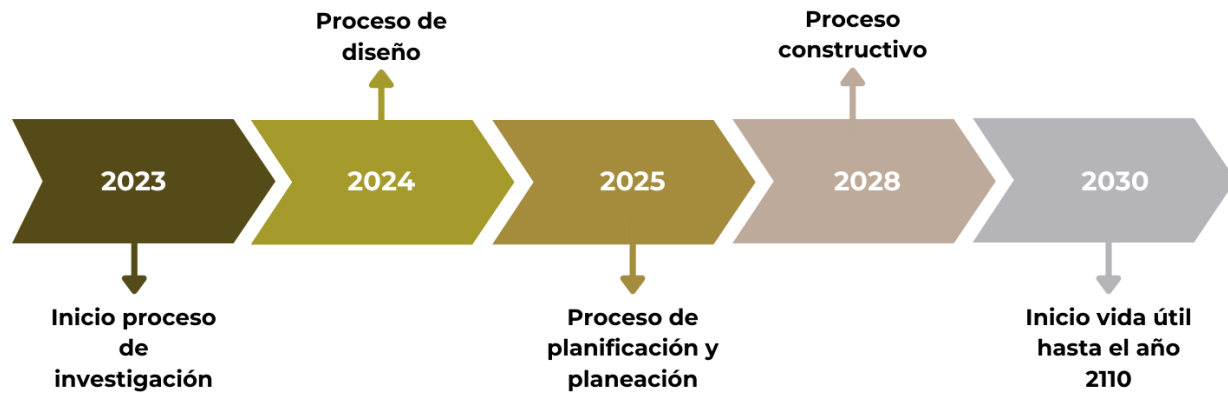


Figura 3. Delimitación temporal del proyecto.
Elaboración propia con base en estimaciones de tiempo.

El proyecto comienza en el 2023, con el inicio de la investigación, que sentó las bases teóricas y contextuales necesarias para abordar el diseño del *Centro de Acopio, Reciclaje y Educación Ambiental en Patulul*. En el 2024, se da inicio al proceso de diseño, en el cual, se desarrollan los conceptos arquitectónicos claves y se estructura la propuesta arquitectónica. A partir del 2025 y, durante el 2026 y 2027, se llevará a cabo la planificación detallada, que incluirá la elaboración de los planos constructivos y las especificaciones técnicas, así como también, la programación constructiva, la elaboración del presupuesto por renglones, la obtención de licencias y la preparación de las bases de licitación.

La construcción del proyecto está proyectada para comenzar en el 2028 y concluir en el 2029. Se estima que la edificación entrará en funcionamiento en el 2030, marcando el inicio de su vida útil, que se prevé que se extienda hasta el 2110, lo que garantiza una longevidad considerable del proyecto y su sostenibilidad en el tiempo.

1.4.4. Delimitación poblacional

La población de interés en esta investigación comprende a los habitantes de Patulul, Suchitepéquez. Esto incluye a personas de todas las edades, géneros y grupos socioeconómicos que residen en esta área. Además, se considera a las autoridades locales, organizaciones comunitarias, educadores y cualquier otra

parte interesada o involucrada en la gestión de residuos sólidos y la educación ambiental en esta localidad.

El total de la población en el municipio para el 2018, según el INE, es de 40,638 habitantes, de la cual, solo el 28 % pertenece al área urbana y el 72 % al área rural. Como se estableció en el punto anterior, el tiempo de vida de la edificación será de 80 años, dando esto una población final, a una tasa de 1.6 % de crecimiento de la población.²

$$PF = 40,638 \text{ HABITANTES } (1 + 0.016) ^ { 80 \text{ AÑOS } } = 144,687 \text{ HABITANTES}$$

Figura 4. Cálculo de la población final.
Elaboración propia

1.5. Objetivos

- **Objetivo general**

Diseñar a nivel de anteproyecto el *Centro de Acopio, Reciclaje y Educación Ambiental*, para el Municipio de Patulul, Suchitepéquez, como solución arquitectónica que responda a la problemática del manejo de residuos sólidos y fomente una cultura ambiental en la comunidad.

- **Objetivos específicos**

- Determinar los requerimientos de diseño, la demanda de espacio y los flujos operacionales: clasificación, aprovechamiento y tratamiento, necesarios para la gestión eficiente de los desechos sólidos, basándose en el análisis de la gestión actual de residuos y el marco normativo guatemalteco, con especial énfasis en el *Acuerdo Gubernativo 164-2021*.
- Diseñar los espacios al aire libre del Centro, conservando el 80 % de la vegetación existente (árboles), incluyendo el paisajismo y áreas verdes de control, para brindar confort climático, actuando como filtros de aire y sombra, y promover el bienestar emocional.

² INE. *Estimaciones y proyecciones nacionales de la población. Metodología y principales resultados*. 2020. Consultado el 6 de agosto de 2024, <https://www.ine.gov.gt/ine/wp-content/uploads/2020/08/01-Presentacion-de-Resultados-Nacionales.pdf>

- Diseñar 2 áreas multifuncionales dentro del Centro que permitan la realización de actividades educativas y culturales, que faciliten la promoción de valores ambientales en la comunidad.

1.6. Metodología

Con el fin de alcanzar los objetivos de la propuesta arquitectónica del Centro, se plantearon etapas de desarrollo, que se sintetizan en los capítulos del presente informe, siendo estos, los que se indican a continuación.

Capítulo 1. Diseño de la investigación

En el Diseño de la investigación, se expusieron los lineamientos generales que orientaron el desarrollo de la propuesta arquitectónica. Asimismo, se describió el enfoque adoptado para abordar el problema de estudio, incluyendo el análisis de los antecedentes y la fundamentación que justifica la realización del proyecto. De igual manera, se establecieron los marcos generales que delimitan el alcance de la investigación en los ámbitos ambiental, geográfico, temporal y poblacional, definiendo el contexto en el que se desarrolló la propuesta y el grupo beneficiario al que está dirigida.

La metodología empleada se sustentó en técnicas de recolección y análisis de datos, con el propósito de garantizar la validez y confiabilidad de la información obtenida, fortaleciendo así el rigor del proceso de investigación.

Capítulo 2. Fundamento teórico

Se estudiaron teorías de la arquitectura y la historia de las mismas, enfocándose en la arquitectura orgánica y la sustentable, como base para la propuesta de diseño. Se desarrollaron conceptos teóricos para profundizar en el tema de estudio, asegurando que la propuesta arquitectónica considerara aspectos clave, tales como: funcionalidad, utilidad, finalidad y uso. También se analizaron tres casos análogos que sirvieron como referentes para el desarrollo del proyecto. En este capítulo, básicamente, se aplicaron técnicas de investigación y el análisis descriptivo de los casos de estudio, concluyendo con un cuadro de síntesis comparativa.

Capítulo 3. Contexto del lugar

En este capítulo, se desarrolló una descripción detallada de las características del área de intervención, se analizó el contexto social, económico y ambiental del entorno, con un enfoque específico en las condiciones que impactan directamente en el proyecto. En cuanto al aspecto ambiental, se realizó un análisis exhaustivo, tanto a nivel macro, como micro, evaluando factores clave como la topografía, el clima y la ecología del lugar. Este enfoque integral permitió resaltar, tanto los aspectos positivos, como negativos del entorno, proporcionando una base sólida para las decisiones que se tomaron en el siguiente capítulo, correspondiente a la idea.

Capítulo 4. Idea

En el capítulo dedicado al planteamiento de la idea, se utilizó la información previamente analizada para desarrollar el programa arquitectónico, así como también, el predimensionamiento del proyecto. Se establecieron las premisas de diseño y se fundamentó conceptualmente la propuesta, lo que permitió crear una base sólida para el diseño arquitectónico. Se elaboraron los diagramas necesarios para optimizar el diseño, asegurando que la propuesta final cumpliera con los objetivos funcionales y estéticos establecidos.

Capítulo 5. Proyecto

En este capítulo, se abordó el desarrollo completo del proyecto. Se trabajaron los planos arquitectónicos detallados, basados en la síntesis del diseño arquitectónico, garantizando el confort ambiental, así como la lógica del sistema estructural y constructivo. También se consideró la lógica del sistema de instalaciones, así como los acabados y mobiliario necesarios. Posteriormente, se desarrolló la presentación arquitectónica completa del proyecto. Además, se elaboró un presupuesto detallado por áreas, y se definió un cronograma de ejecución por etapas, que estableció las fases y tiempos de construcción del proyecto.

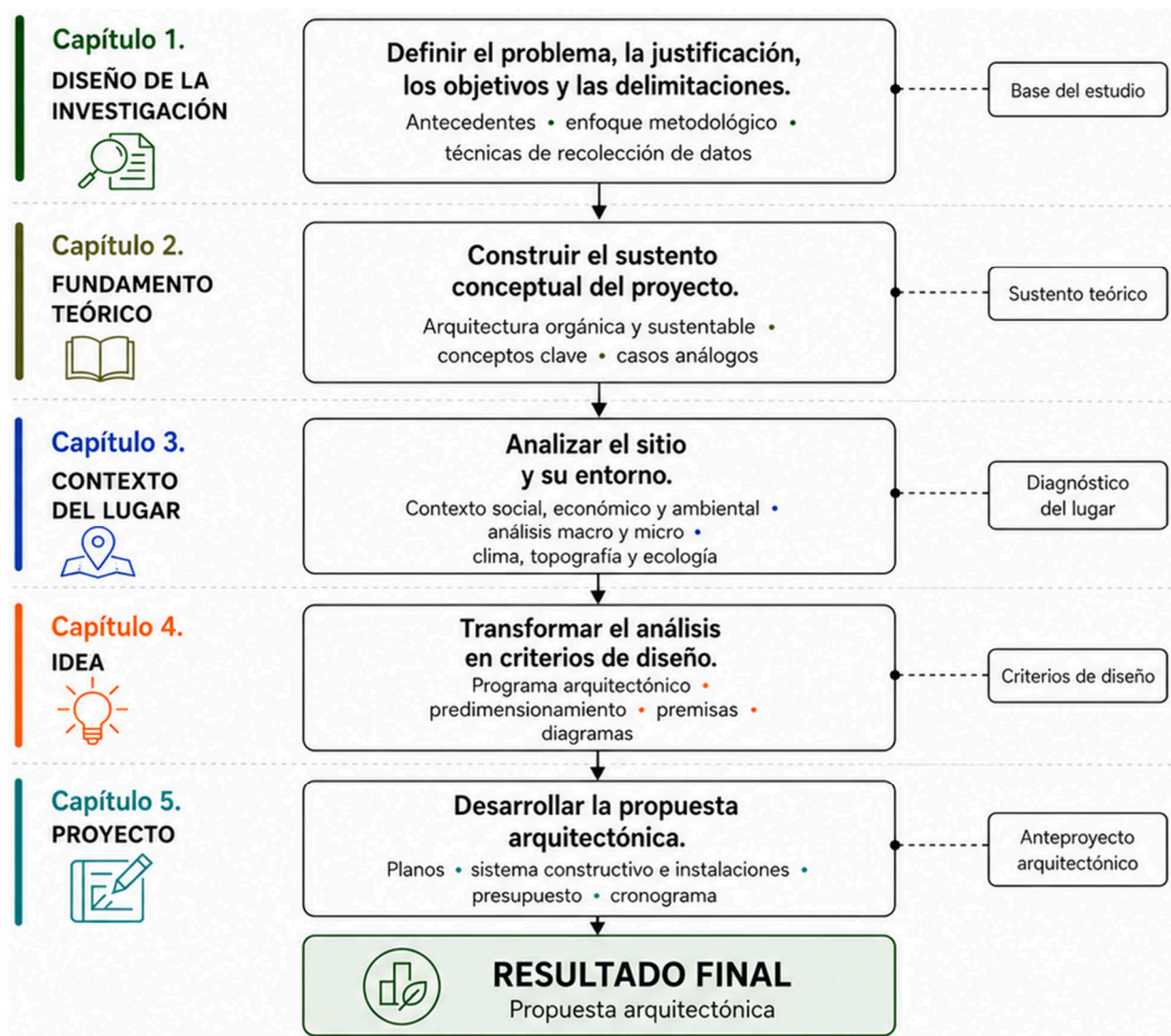


Figura 5. Metodología de ejecución del proyecto.
Elaboración propia.

A lo largo del Diseño de la investigación, se justificó la necesidad de abordar el problema identificado, proporcionando las bases para asegurar que la solución planteada será adecuada para enfrentar los desafíos que se plantean en cuanto a la construcción del *Centro de acopio, reciclaje y educación ambiental*.

Definir la metodología fue esencial, porque se estableció una guía a seguir de manera ordenada y coherente, asegurando que el proyecto avance en la dirección correcta. Esta comprensión permite que el diseño propuesto sea una respuesta adecuada y sostenible a las necesidades del municipio de Patulul.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

En este capítulo, se exploran y analizan diversas teorías arquitectónicas que fundamentaron la propuesta de diseño arquitectónico. El estudio se centró en la arquitectura orgánica y la sustentable, dos enfoques que promueven una integración armoniosa entre el entorno construido y el natural, y que son esenciales para desarrollar un proyecto que sea, tanto funcional, como respetuoso con el medioambiente. La arquitectura orgánica, defendida por Frank Lloyd Wright, aboga por diseños que se fusionen con el paisaje y reflejen los principios naturales, mientras que la arquitectura sustentable se enfoca en prácticas que minimicen el impacto ambiental y promuevan la eficiencia energética.

También se profundizó en conceptos teóricos, para garantizar la funcionalidad, utilidad y el uso del espacio. Para respaldar y enriquecer la propuesta, se analizaron tres casos análogos de proyectos similares, que han sido exitosos en su implementación. Este análisis teórico garantiza que el diseño propuesto esté bien fundamentado y sea coherente con los principios arquitectónicos.



2.1. Teorías de la arquitectura

En este punto se analizan las teorías de la arquitectura orgánica y los principios de la arquitectura sostenible para buscar su aplicación en el proyecto.

Para ello, se identificaron las posturas, tendencias o corrientes arquitectónicas de los conceptos que enfatizan la propuesta del proyecto. Al integrar estas teorías y principios, el proyecto no solo estará alineado con las mejores prácticas arquitectónicas, sino también, responderá eficazmente a las necesidades del Municipio de Patulul.

2.1.1. Arquitectura orgánica

La arquitectura orgánica u organicismo es una filosofía, pensamiento o perspectiva aplicada a la arquitectura que busca una armonía total de la arquitectura con los elementos que la rodean, tanto hacia el exterior como en los espacios interiores.³

La arquitectura orgánica tiene estas principales características:

- La arquitectura orgánica busca una fusión armoniosa entre los edificios y su entorno natural, creando una relación simbiótica con la naturaleza.
- Se toma inspiración de elementos y formas orgánicas de la naturaleza, como plantas y animales, para diseñar edificios con líneas y estructuras que imitan estos patrones.
- Se privilegian materiales naturales y sostenibles, como la madera, la piedra y la arcilla, con el objetivo de reducir el impacto ambiental.
- La planta libre es común en la arquitectura orgánica, permitiendo una mayor flexibilidad en la distribución de espacios.
- La funcionalidad y la adaptación a las necesidades humanas son prioritarias, desplazando la ornamentación innecesaria.
- La arquitectura orgánica tiende a borrar las fronteras entre el interior y el exterior, creando una continuidad espacial y una mayor conexión con el entorno natural.

³ Ángela Sisternes García. *Arquitectura orgánica: Qué es y en qué consiste*. 20 de octubre del 2022. Consultado el 14 de mayo del 2024, <https://retokommerling.com/arquitectura-organica/>

El principal exponente de la arquitectura orgánica es Frank Lloyd Wright, quien manifiesta que: "la arquitectura orgánica o intrínseca es la arquitectura libre de la democracia ideal".⁴ Wright se refiere a la arquitectura que se integra de manera natural y armónica con su entorno respetando, tanto el lugar, como las necesidades de las personas que lo habitan. Wright veía la arquitectura orgánica como un reflejo de una sociedad democrática ideal, en la cual cada elemento tiene su lugar y propósito, y donde el diseño no impone un estilo rígido o arbitrario, sino que fluye naturalmente a partir de las características del entorno y las necesidades de sus usuarios.

En términos de arquitectura orgánica, la Casa de la Cascada ejemplifica la filosofía de Wright de que los edificios deben ser una extensión del entorno natural, en lugar de imponer su presencia sobre él. Las terrazas y voladizos que se proyectan desde la casa emulan las formaciones rocosas del lugar, mientras que las ventanas horizontales y las líneas fluidas permiten que la luz natural y las vistas panorámicas del bosque circundante inunden el interior.

El diseño consiste en espacios abiertos y fluidos, con un enfoque en la continuidad entre el interior y el exterior. Los colores y texturas utilizados en la casa están inspirados en la naturaleza, creando un ambiente cálido y acogedor que complementa la serenidad del entorno natural.

Wright logró que la Casa de la Cascada no solo se adaptara al paisaje, sino que lo realizara, logrando unión entre arquitectura y naturaleza. Esta obra sigue siendo un referente fundamental para la arquitectura orgánica, demostrando cómo un edificio puede integrarse de manera armoniosa con su entorno natural, respetando y celebrando la belleza de la naturaleza.

⁴ Frank Lloyd Wright. *The Disappearing City*. Nueva York. W. F. Payson, 1932



Figura 6. Casa de la Cascada; Frank Lloyd Wright
Fuente: Simón García para ARQFOTO.COM

2.1.2. Arquitectura sustentable

“Se le denomina arquitectura sustentable a las intervenciones humanas en el medio ambiente (construcciones) que deben de integrar los sistemas sin abusar de los recursos naturales sin perjudicar a las futuras generaciones. Proyectar con la naturaleza”.⁵

La construcción sustentable implica abordar todo el proceso constructivo de manera que se minimice el impacto ambiental, se reduzca el consumo energético y se optimice el confort. En esencia no es un nuevo estilo

⁵ Alejandra Dueñas del Río. *Reflexiones sobre la arquitectura sustentable en México. Legado de arquitectura y diseño*, núm. 14 (2013): 77–91. Consultado el 16 de agosto de 2024, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477947373007>

arquitectónico ni una tendencia pasajera, sino la implementación de un conjunto de principios y prácticas que buscan la sostenibilidad.⁶

Como identifica Garrido, en su reportaje *Arquitectura Sustentable*, hay cinco pilares para la Arquitectura Sustentable:⁷

- Optimización de los recursos y materiales.
- Disminución del consumo energético y fomento de energías renovables.
- Disminución de residuos y emisiones.
- Disminución del mantenimiento, explotación y uso de los edificios.
- Aumento de la calidad de vida de los ocupantes de los edificios.

Las estrategias sustentables no son universales y deben adaptarse a las características específicas de cada entorno social, geográfico y económico. Lo que funciona en un lugar puede no ser viable en otro debido a diferencias en recursos, cultura, infraestructura y necesidades locales. Por lo tanto, es importante considerar la viabilidad de las acciones sustentables al diseñarlas, permitiendo que estas se modifiquen y ajusten para ser verdaderamente efectivas en contextos diversos y así asegurar que las soluciones sustentables sean apropiadas y exitosas en cada situación particular.

Un arquitecto influyente definitivamente es Renzo Piano que en su libro menciona: “La sostenibilidad consiste en construir pensando en el futuro, no solo teniendo en cuenta la resistencia física de un edificio, sino pensando también en su resistencia estilística, en los usos del futuro y en la resistencia del propio planeta y de sus recursos energéticos”.⁸ Piano defiende una arquitectura que va más allá de la estética y la funcionalidad; una arquitectura que es consciente de su impacto ambiental y que se esfuerza por reducirlo.

⁶ Zulma Cabrera. *Arquitectura ¿Sostenible o sustentable? ¿Posible?* Consejo Profesional de Arquitectura e Ingeniería de Misiones. 2016. Consultado el 10 de agosto de 2024, <http://cpaim.com.ar/sites/default/files/u6/arquitectura%20sostenible-sustentable%20posible%20ing%20Zulma%20cabrera.pdf>

⁷ Luis de Garrido. *Arquitectura Sustentable. Promateriales*: 83-98. S. f. Consultado el 11 de agosto de 2024. <https://www.proarquitectura.es/pdf/pm2709.pdf>

⁸ Renzo Piano. *Sustainable Architectures/Arquitecturas Sostenibles*. CA: Gingko Press, 1999.

Este enfoque para él no es una moda pasajera o un conjunto de reglas que deben seguirse de manera rígida. Sino una filosofía que guía cada decisión en el proceso de diseño, desde la elección de materiales hasta la forma en que un edificio interactúa con la luz, el aire y el paisaje circundante.



Figura 7. Centre Culturel Jean-Marie Tjibaou / Renzo Piano
Fuente: Fourrure usuario de Flickr

2.1.3. Relación de posturas teóricas

Aspecto funcional:

Frank Lloyd Wright. Uno de los conceptos clave de Wright es la continuidad espacial. Esto implica que los espacios no están simplemente dispuestos uno al lado del otro, sino que se conectan y fluyen orgánicamente. Wright quería que sus diseños arquitectónicos crearan una experiencia fluida y conectada para las personas que los habitaban.

Bruno Zevi. Líder del movimiento orgánico en Italia, abogaba por la flexibilidad funcional en el diseño arquitectónico. Creía que los edificios debían ser capaces de adaptarse a diferentes usos a lo largo del tiempo. Esto se relaciona con su enfoque en la evolución y el cambio en el tiempo, donde los edificios deben ser lo suficientemente versátiles como para acomodar funciones futuras no previstas en su diseño original. También supone que la función y el

orden dictan la forma. La idea de funcionalidad que Zevi destaca como un elemento fundamental para la organicidad del espacio arquitectónico se alinea con lo que se conoce como el «carácter programático» de un edificio. En otras palabras, se refiere a la dimensión simbólica del edificio en relación a la función claramente identificable para la que está destinado.

Renzo Piano. Para él, la funcionalidad en la arquitectura es inseparable de la calidad de vida que un edificio proporciona. Un diseño verdaderamente funcional no solo facilita las actividades diarias, sino que también mejora la experiencia de los usuarios, fomentando un sentido de bienestar y conexión con el entorno. Así, la funcionalidad para Piano es integral y multidimensional, abarcando tanto lo tangible como lo intangible en el diseño arquitectónico.

Aspecto formal:

Frank Lloyd Wright. Aunque Wright también es conocido por su contribución al Movimiento Moderno, abrazó el regionalismo en su filosofía arquitectónica. Desarrolló el concepto de “arquitectura orgánica”, que buscaba integrar la arquitectura con su entorno natural y cultural. Wright diseñó muchas de sus obras para que se fundieran con los paisajes y las tradiciones regionales.

Bruno Zevi. Para Zevi, buena parte del carácter orgánico de un determinado objeto arquitectónico consiste en que sus secuencias, conexiones y agrupamientos de espacios se originan y articulan siguiendo la vocación funcional de cada uno. Es decir, según un orden dictado por las funciones y por el contexto. “La dependencia de la arquitectura respecto a la pintura y a la escultura termina por el instrumento del espacio, característico sólo de la arquitectura”.⁹

Renzo Piano. Ofrece una visión particular sobre lo formal en la arquitectura, donde la forma no es un fin en sí mismo, sino una consecuencia natural de la función, el contexto y los materiales. Para Piano, la forma arquitectónica debe emerger de manera orgánica, respondiendo a las necesidades del edificio, al

⁹ Zevi, Bruno. *Saber ver la Arquitectura*. 1948. Italia: Einaudi Editore.

entorno en el que se encuentra, y a los principios de sostenibilidad y humanismo que guían su trabajo.

Aspecto ambiental:

Frank Lloyd Wright. Creía que la arquitectura debía crecer de forma orgánica a partir del sitio en el que se construía y que los edificios deberían ser una extensión natural de su entorno. Wright diseñaba sus edificios para incorporar la belleza natural circundante. Aunque el término “sustentabilidad” no se usaba en su época de la misma manera que hoy en día, Wright estaba adelantado a su tiempo en términos de prácticas sostenibles. Fomentaba el uso de materiales locales y técnicas de construcción eficientes para reducir el impacto ambiental. Una de las frases icónicas de Wright es: “La arquitectura debe pertenecer al entorno donde va a situarse y adornar el paisaje en vez de desgraciarlo”.

Renzo Piano. Aboga por una arquitectura que minimice su impacto ambiental mediante el uso de materiales sostenibles, la eficiencia energética y la integración armoniosa con el entorno. En su enfoque, cada proyecto debe considerar cómo interactúa con su contexto natural, buscando formas de reducir la huella ecológica del edificio mientras se maximiza el bienestar de los ocupantes.

Tras este análisis los puntos clave para el proyecto arquitectónico fueron:

- a. **Integración con el entorno natural.** En el proyecto, se verá reflejado en un diseño que aproveche la topografía natural y maximice las vistas.
- b. **Espacios abiertos y conectados.** Inspirado por las ideas de Wright, los espacios dentro del centro pueden diseñarse de manera fluida y abierta, creando una conexión continua entre el interior y el exterior.
- c. **Uso de prácticas sustentables.** En el centro, se podrán incluir instalaciones de sistemas de recolección de agua de lluvia y el uso de materiales de bajo impacto ambiental.
- d. **Acciones arquitectónicas de alta eficacia y bajo costo:**
 - Orientación sur para aprovechar la mayor cantidad de luz en el año.

- Diseño exhaustivamente bioclimático (generar, almacenar y distribuir calor y fresco).
- Sistemas arquitectónicos de ventilación natural, ventilación cruzada eficaz.
- Protecciones solares adecuadas.
- Adecuado diseño de la envolvente (aislamiento e inercia térmica).
- Utilización de mano de obra local.

2.2. Historia de la arquitectura en estudio

Ambas corrientes aplicadas al proyecto comparten un profundo respeto por la naturaleza y una visión de la arquitectura como un medio para mejorar la calidad de vida humana, en equilibrio con el ecosistema.

2.2.1. Historia de la arquitectura orgánica

Se originó en el *Art Nouveau* y el movimiento *Arts and Crafts*. A principios del siglo XX, arquitectos de renombre como Antoni Gaudí y Frank Lloyd Wright fueron pioneros en la incorporación de elementos orgánicos en sus diseños.

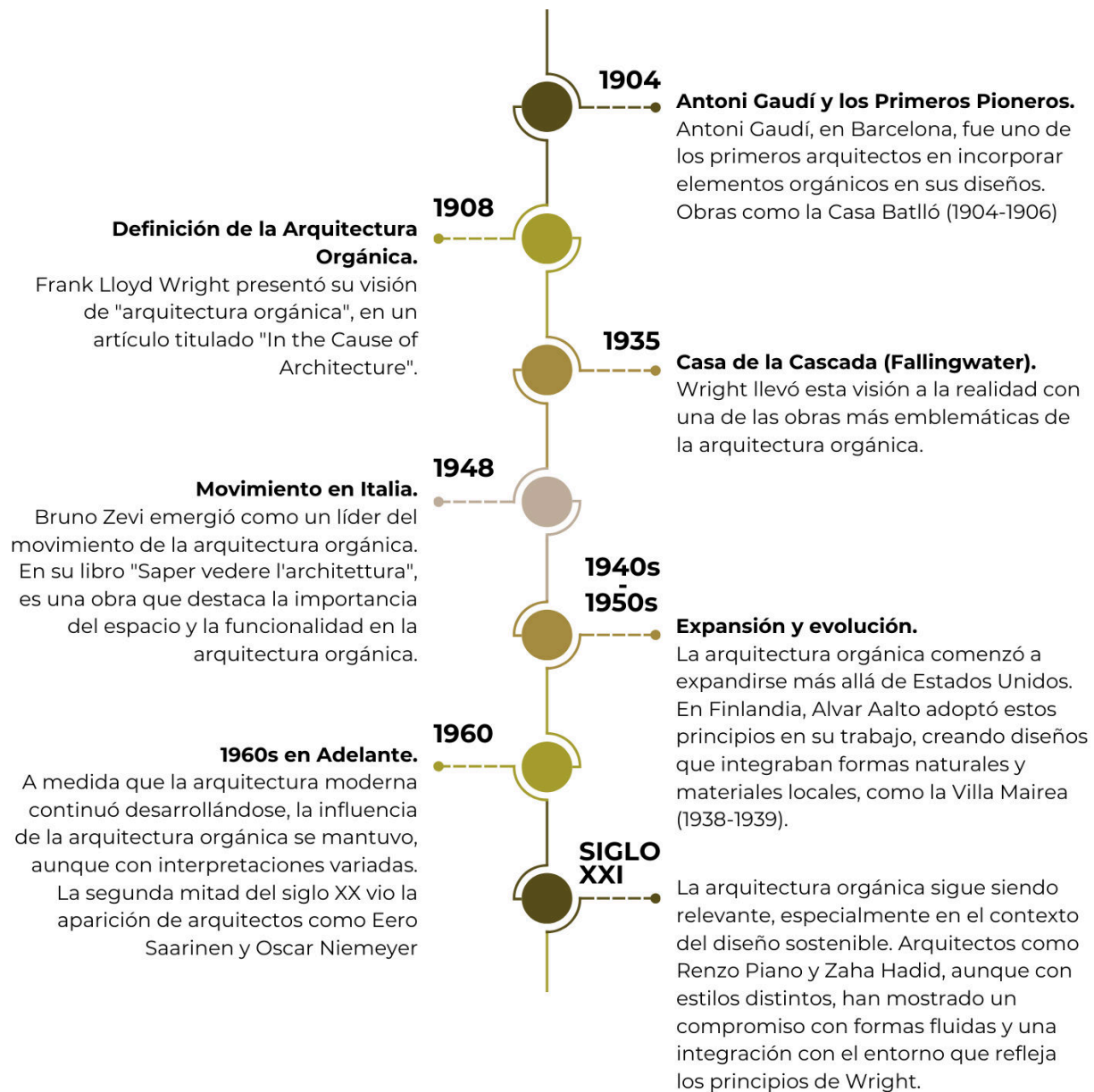


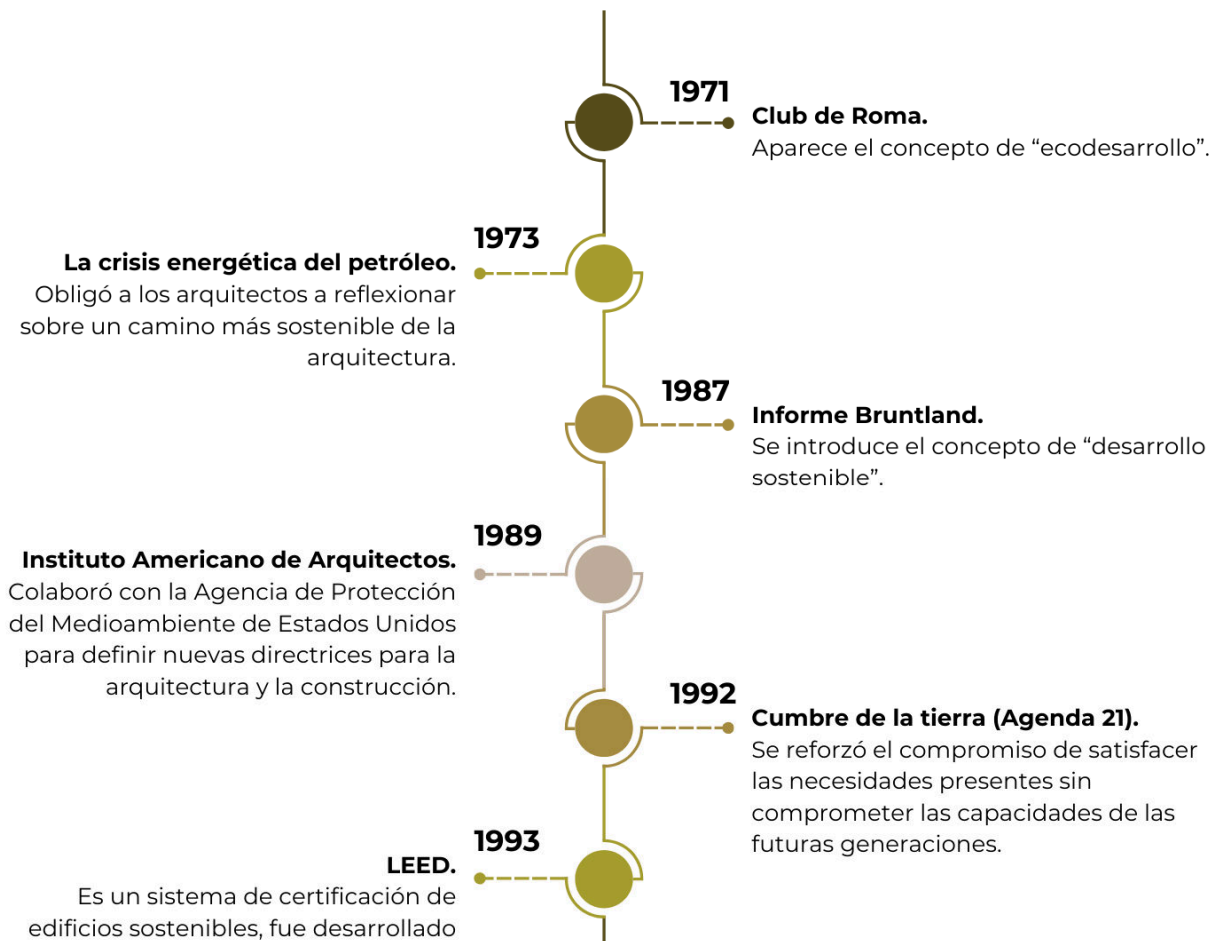
Figura 8. Línea del tiempo, Arquitectura Orgánica
Elaboración propia con base en Metalocus¹⁰ y Mannheim¹¹.

¹⁰ Metalocus. *Wright 1869 - 1959*. S. f. Consultado el 16 de septiembre del 2024. Consultado el 14 de agosto de 2024, <https://www.metalocus.es/es/autor/wright-1>

¹¹ Luisa Mannheim. *Arquitectura orgánica: Por amor a la naturaleza*. 2 de noviembre de 2023. Consultado el 14 de agosto de 2024, <https://n9.cl/pw480f>

2.2.2. Historia de la arquitectura sustentable

La arquitectura sustentable surge como respuesta a la creciente preocupación por el impacto ambiental de la construcción y el consumo de recursos naturales. Desde finales del siglo XX, este enfoque ha evolucionado, integrando principios de eficiencia energética, uso de materiales sostenibles y diseño ecológico. Impulsada por la crisis climática y la necesidad de prácticas más responsables, la arquitectura sustentable busca minimizar la huella ecológica de los edificios, promoviendo un equilibrio entre desarrollo humano y conservación del medio ambiente. Esta corriente ha ganado relevancia global, influenciando tanto la normativa como las prácticas arquitectónicas contemporáneas.



por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (US Green Building Council).

La Conferencia de Hannover.
250 líderes municipales de 36 países europeos y regiones vecinas, se reunieron en la Conferencia de Hannover (la Tercera Conferencia Europa sobre Ciudades y Municipios Sostenibles).

Sexto programa de acción UE.
Define las prioridades y objetivos de la política de medio ambiente europea hasta 2010 y con posterioridad a dicha fecha, y detalla las medidas que se deben adoptar para contribuir a la aplicación de su estrategia en materia de desarrollo sostenible.

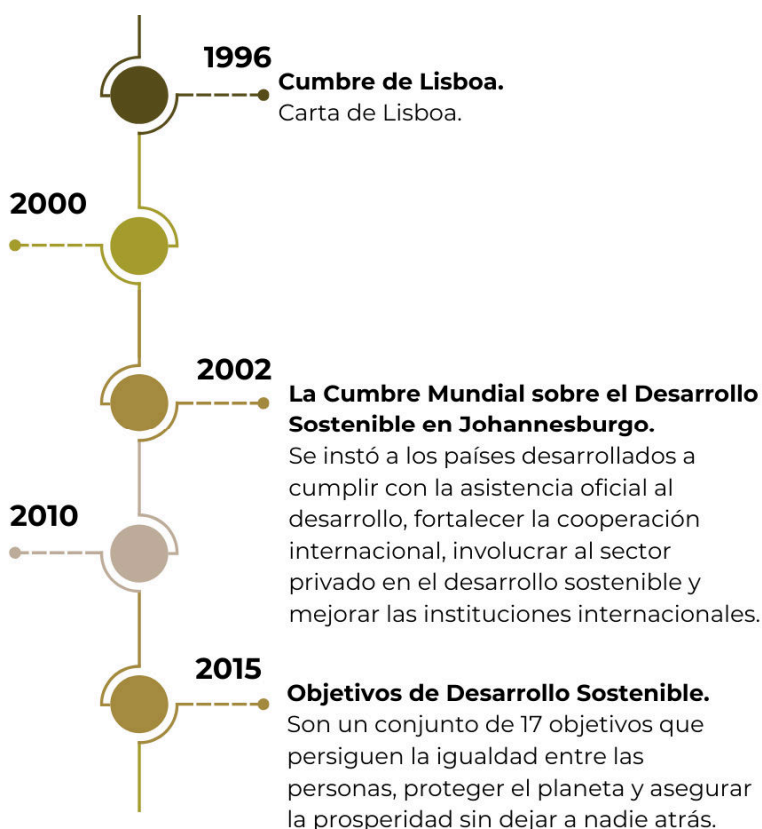


Figura 9. Línea del tiempo, Arquitectura Sustentable

Elaboración propia con base en: Monzón,¹² Dueñas del Río,¹³ Diputación Federal de Bizkaia,¹⁴ Bizkaia.eus.¹⁵

Durante la década de 1990, destacados arquitectos como Renzo Piano, Norman Foster y Frank Gehry comenzaron a colocar la sostenibilidad como un elemento central en sus proyectos arquitectónicos.

¹² Abian Monzón Navarro. *Historia de la Arquitectura Bioclimática y aparición del desarrollo sostenible*. 10 de noviembre de 2011. Consultado el 14 de agosto del 2024, <https://abianmonzonnavarro.wordpress.com/2011/11/10/historia-de-la-arquitectura-bioclimatica-y-aparicion-del-desarrollo-sostenible/>

¹³ Dueñas del Río. *Reflexiones sobre la arquitectura*.

¹⁴ Diputación Foral de Bizkaia. *Documentos sobre el medio ambiente*. Consultado el 9 de enero del 2024, https://www.bizkaia21.eus/biblioteca_virtual/detalle_documento.asp?idDoc=15&idPagina=120&volver=1&idioma=ca&orden=1&tipoOrden=0

¹⁵ Bizkaia.eus. *Europa se reunieron en la, Representantes de 1.000 autoridades Locales y Regionales de toda. "De la carta a la acción (Lisboa 96)*. Consultado el 12 de octubre de 2024, https://www.bizkaia.eus/home2/Archivos/DPT09/Temas/Pdf/ca_lisboa.pdf?hash=84d4f21f8ee72f6b65a5918fbc97b646

2.3. Teorías, conceptos y definiciones

Basura: la palabra residuo (con origen en el latín *residuum*) o basura describe al material que pierde utilidad tras haber cumplido con su misión o servido para realizar un determinado trabajo. Por lo tanto, el concepto de residuo se emplea como sinónimo de basura, es decir, por hacer referencia a los desechos que el hombre ha producido.¹⁶

Basura orgánica: son los residuos de origen biológico, es decir, que tienen su origen en los seres vivos, o los resultantes de todo el procesamiento de los productos alimenticios.¹⁷

Compost: resultado de un proceso biológico cuyo fin es estabilizar e higienizar los residuos orgánicos, es un magnífico fertilizante. Aunque sus usos y beneficios van más allá: reactiva suelos contaminados o degradados, ayuda a reciclar residuos sólidos urbanos, controla las plagas.¹⁸

Contaminación ambiental: es la presencia de sustancias o elementos dañinos para los seres humanos y los ecosistemas (seres vivos).¹⁹

Medioambiente: es el espacio en el que se desarrolla la vida de los seres vivos y que permite la interacción de los mismos. Sin embargo, este sistema no solo está conformado por seres vivos, sino también por elementos abióticos (sin vida) y por elementos artificiales.²⁰

Mitigar: moderar, aplacar, disminuir o suavizar algo riguroso o áspero.²¹

Recursos naturales: son los elementos de que dispone el ser humano para satisfacer sus necesidades económicas, sociales y culturales.

¹⁶ Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad. *Basura: qué es, definición, clasificación, manejo y ejemplos*. 8 de enero de 2022. Consultado el 14 de agosto de 2024, <https://responsabilidadsocial.net/basura-que-es-definicion-clasificacion-manejo-y-ejemplos/>

¹⁷ Moriana. *Basura orgánica e inorgánica: qué es y ejemplos*.

¹⁸ BBVA. *¿Qué es el compost y cuáles son sus fases, usos y beneficios?* 12 de abril del 2026. Consultado el 11 de mayo del 2026, <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-compost-y-cuales-son-sus-fases-el-poder-del-suelo-vivo/>

¹⁹ Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte de Colombia. *¿Qué es la contaminación ambiental?* Consultado el 13 de agosto de 2024, <https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/que-es-la-contaminacion-ambiental>

²⁰ RSyS. *Basura: qué es, definición, clasificación, manejo*.

²¹ RAE. *Diccionario de la lengua española*. Mitigar. 2024. Consultado el 13 de agosto de 2024. <https://dle.rae.es/mitigar>

Residuos domésticos: todos aquellos que se producen en hogares a partir de las actividades que se desarrollan en éstos. Incluye también residuos electrónicos y aparatos eléctricos, ropa, muebles.²²

Reutilizar: significa volver a usar un producto y tener en cuenta este aspecto cuando adquirimos el producto. Muchos productos pueden ser reutilizados con creatividad, dándole una nueva utilidad al objeto que de otra manera tiraríamos. Así, se alarga la vida útil del producto o envoltorio.²³

Reemplazar: requiere la compra de productos de vida útil prolongada, biodegradable, no tóxico y de menor impacto ambiental.²⁴

Reciclar: el reciclaje permite reintroducir los distintos materiales en los ciclos de la producción, ahorrando materias primas y disminuyendo el flujo de residuos que van a parar a los tratamientos de disposición final. Sin embargo, que un producto sea reciclable, como se indica en muchos de ellos, no implica necesariamente que vaya a ser reciclado. Los materiales que se reciclan más fácilmente en la actualidad son la materia orgánica, el vidrio y el papel.²⁵

2.3.1. Desarrollo temático

A continuación, se presenta una exposición organizada y detallada de los temas que fundamentan el desarrollo de la propuesta. Cada uno de ellos se abordó de manera gradual, partiendo de la idea principal y desarrollando argumentos, explicaciones y ejemplos que sustentan teóricamente las soluciones planteadas para atender la problemática medioambiental identificada en Patulul.

A partir de una investigación teórica y científica, se analizaron aspectos fundamentales relacionados con la gestión integral de los residuos sólidos municipales, incluyendo su disposición final, almacenamiento, reutilización,

²² Lara Moriana. *Basura orgánica e inorgánica: qué es y ejemplos*. Actualizado: 7 junio 2024. Consultado el 21 de enero del 2025, <https://www.ecologiaverde.com/basura-organica-e-inorganica-que-es-y-ejemplos-1243.html>

²³ Lorena García. *La basura: consecuencias ambientales y desafíos*. 14 de abril de 2016. Consultado el 16 de agosto de 2024, <https://eco.mdp.edu.ar/institucional/eco-enlaces/1611-la-basura-consecuencias-ambientales-y-desafios>

²⁴ García. *La basura: consecuencias ambientales y desafíos*.

²⁵ García. *La basura: consecuencias ambientales y desafíos*.

reciclaje, compostaje y otras estrategias de manejo sostenible. Además, se destacó la importancia de la educación ambiental como un elemento esencial para promover prácticas responsables y fortalecer la participación ciudadana en la reducción, aprovechamiento y apropiada gestión de los residuos sólidos.

2.3.1.1. Residuos sólidos municipales

Los residuos sólidos municipales (RSM) son aquellos que provienen de las actividades domésticas, comerciales, industriales (pequeña industria y artesanía), institucionales (administración pública, establecimientos de educación, etc.), de mercados, y los resultantes del barrido y limpieza de vías y áreas públicas de un conglomerado urbano, y cuya gestión está a cargo de las autoridades municipales.²⁶

La generación de residuos sólidos municipales está directamente relacionada con la población y la actividad económica en una región. Las áreas urbanas densamente pobladas y las ciudades suelen generar grandes cantidades de residuos.

La mala gestión de los residuos sólidos municipales puede tener graves consecuencias ambientales. Esto incluye la contaminación del suelo y del agua, la liberación de gases de efecto invernadero como el metano desde vertederos, la degradación del paisaje debido a la proliferación de basureros clandestinos y la contribución a la pérdida de la biodiversidad. La acumulación de residuos sólidos puede atraer plagas y vectores de enfermedades, lo que puede afectar negativamente la salud pública. Además, la quema de residuos puede liberar sustancias tóxicas en el aire, lo que representa un riesgo adicional para la salud de las personas.

²⁶ Jorge Jaramillo. *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. OPS/CEPIS/PUB/02.93. 2002. Consultado el 14 de agosto de 2024, <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20090128200240.pdf>

Actividades generadoras	Componentes	% del total de RSM
Residencial y domiciliario	Desperdicios de cocina, papeles y cartón, plásticos, vidrio, metales, textiles, residuos de jardín, tierra, etc.	50 a 75
Comercial Almacenes, oficinas, mercados, restaurantes, hoteles y otros	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales y peligrosos	10 a 20
Institucional Oficinas públicas, escuelas, colegios, universidades, servicios públicos y otros	Semejantes al comercial	5 a 15
Industria (pequeña industria y artesanía) Manufactura, confecciones de ropa, zapatos, sastrerías, carpinterías, etc.	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, etc. Incluye residuos de comida, cenizas, demolición y construcción, especiales y peligrosos.	5 a 30
Barrido de vías y áreas públicas	Residuos que arrojan los peatones, tierra, hojas, excrementos, etc.	10 a 20

Tabla 2. Actividades generadoras de residuos sólidos en la Región de América Latina y el Caribe
Fuente: Acurio, et al.²⁷

2.3.1.2. Gestión integral de los residuos sólidos municipales

Toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos en el ámbito nacional, regional o local.²⁸

²⁷ Guido Acurio, et al. *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. 1997. Consultado el 30 de mayo del 2024, <https://doi.org/10.18235/0010235>

²⁸ Niurka Rodríguez; José Brito, Ricardo Bérriz. *Guía para la gestión integral de residuos sólidos municipales*. PADIT y CEDEL, 2021. Consultado el 14 de agosto de 2024, <https://n9.cl/zig7g4>

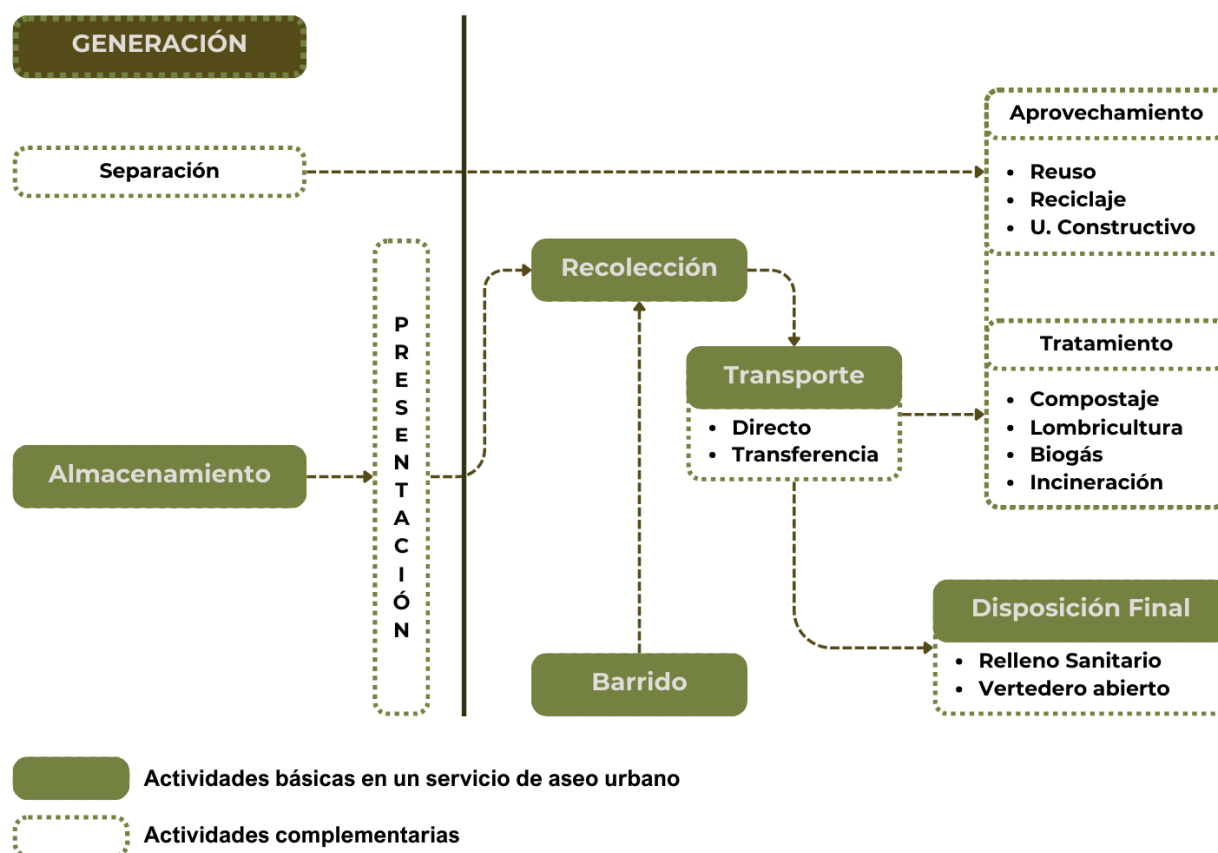


Figura 10. Gestión integral de los RSM.

Fuente: Jaramillo.²⁹

La correcta gestión de residuos sólidos también contribuye a la protección de la salud pública. Evita la propagación de enfermedades relacionadas con la acumulación de basura y previene la contaminación del suelo y el agua, lo que beneficia directamente a las comunidades alrededor de los vertederos y áreas de disposición de residuos. Además, el tema de la gestión de residuos sólidos promueve la educación y la conciencia ambiental. Las campañas de reciclaje y reducción de residuos sensibilizan a la población sobre la importancia de adoptar prácticas sostenibles en la vida cotidiana, lo que puede llevar a cambios de comportamiento a largo plazo.

2.3.1.3. Generación

La generación de residuos es un proceso inevitable que ocurre en todas las fuentes generadoras. En el caso de los residuos sólidos comunes (RSC), su generación se mide mediante el Índice de Generación Per Cápita (IGP),

²⁹ Jaramillo. *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios*

expresado en kg/hab/día, el cual está influenciado por factores como el nivel de ingresos, hábitos de consumo, educación ambiental y prácticas ecológicas. Por otro lado, los residuos especiales y peligrosos (RSE y RP) se reportan en toneladas por año, debido a que su generación responde a circunstancias específicas fuera de las actividades cotidianas.

Se puede emplear el método de estimación indirecto, el IGP establece la proporción entre la cantidad total de residuos que se recogen y la población servida.

$$\text{IGP} = \frac{\text{Cantidad total recolectada (kg/día)}}{\text{Población total servida (habitantes)}}$$

2.3.1.4. Separación de residuos en la fuente

En América Latina y el Caribe, la separación de RSM suele hacerse a mano, ya sea en el hogar, en las calles, en los camiones de recolección o en los vertederos. Este último caso es común en la mayoría de los basureros, tanto en grandes ciudades, como en pequeñas comunidades. Esta tarea la suelen realizar personas de bajos ingresos, quienes, en condiciones difíciles, buscan ganarse la vida para mantener a sus familias.

La separación en origen implica clasificar los residuos en el lugar donde se generan, como los hogares, industrias y comercios, facilitando su recuperación posterior. Estas prácticas se apoyan en el *Reglamento 164-2021, Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes*, que promueve la reducción de residuos en origen y la separación para mejorar la eficiencia en la gestión de residuos.

2.3.1.5. Almacenamiento

El almacenamiento de residuos sólidos municipales (RSM) implica colocarlos en recipientes adecuados según la cantidad y tipo de residuos, y la frecuencia de la recolección. Estos recipientes deben ser fáciles de manejar, estar bien sellados para evitar el contacto con el medioambiente y ser fáciles de vaciar. La presentación de los residuos para la recolección es responsabilidad del generador, quien debe colocarlos en el lugar y horario establecidos por las autoridades competentes.

Existen diversos tipos de recipientes empleados según lugares de uso:

- Para viviendas independientes, edificios multifamiliares, sitios públicos, centros de gran generación, almacenamiento industrial y hospitales.

TIPO DE CONTENEDOR	TAMAÑO	CAPACIDAD	IMAGEN
Bolsas de basura	35.75 x 53.87 pulgadas x 1.1 mm	55 Gl.	
Contenedor	64.5 x 57.5 x 70.8 cm	121 Lt.	
Contenedor ruedas	2 53 x 92 x 46 cm	120 Lt.	
Contenedor ruedas	4 111.8 x 137 x 129 cm	1100 Lt.	
Contenedor de basura comercial	6' x 3' x 3' pies 6' x 3'6" x 3'10" pies 6' x 4'2" x 4' pies	1500 a 2000 Lb. 2000 a 3000 Lb. 4000 a 6000 Lb	
Contenedor de gran capacidad	2.4 x 2.5 x 7 metros	40 m3	

Tabla 3. Recipientes de almacenamiento de residuos.
Elaboración propia con base en los tamaños del mercado.

2.3.1.6. Recolección y transporte

La recolección de residuos sólidos municipales (RSM) implica su transporte a instalaciones de procesamiento, tratamiento o a un relleno sanitario. Este proceso es el más costoso del servicio de limpieza urbana, representando entre el 80 % y 90 % del costo total. Los vehículos utilizados para el transporte de RSM deben ser adecuados para la tarea, incluyendo compactadores en las ciudades o equipos más simples, como tractores con remolque, carretas de tracción animal y triciclos en áreas rurales o marginales.

Los métodos de recolección más comunes son:

- a. **Puerta a puerta:** en este método, los residuos se recogen directamente desde cada vivienda sin necesidad de instalar puntos de recolección en la vía pública. Los vehículos de recogida avanzan a baja velocidad, haciendo paradas en cada hogar donde se colocan las bolsas o depósitos designados.
- b. **De esquina:** este método implica la instalación de contenedores u otras estructuras en puntos estratégicos previamente diseñados, teniendo en cuenta factores como la generación y composición de los residuos, la densidad poblacional y el acceso vial. Los vehículos de recolección solo se detienen en estos puntos establecidos para recoger los residuos.
- c. **Mixto:** combina los métodos puerta a puerta y de esquina, adaptándose a la disponibilidad de equipos y a la frecuencia de recogida. Este enfoque considera la naturaleza de los residuos, como los materiales orgánicos, que requieren una recogida más frecuente y, los reciclables, que pueden almacenarse por más tiempo sin causar un impacto ambiental significativo. La efectividad del método mixto también depende de la disposición de la ciudadanía para separar los residuos en origen.

La recolección de los RSM puede organizarse de acuerdo con la capacidad del vehículo y la distancia al relleno sanitario. En casos donde la distancia es significativa, los residuos pueden ser transportados, inicialmente, a una estación de transferencia. Desde allí, un vehículo de mayor capacidad los trasladará al relleno sanitario. Alternativamente, si la distancia lo permite, el mismo vehículo de recolección puede llevar los residuos directamente al relleno.

TIPO DE CAMIÓN	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO	CAPACIDAD	IMAGEN
Recolector de basura carga trasera	Ideal para zonas estrechas y con una concentración de basura media.		7 m ³	
Recolector de basura carga lateral	Ideal para pueblos, cabeceras donde la generación sea baja – media.		15 m ³	
Camión compactador de basura	Diseñado para el transporte diario de basura en áreas de vivienda como todo tipo de ciudades.	8.1 X 2.5 X 2.9 metros	12 ton.	

Tabla 4. Camiones comunes para el transporte de residuos.
Elaboración propia.

2.3.1.7. Aprovechamiento

El reúso y reciclaje de residuos son esenciales para conservar recursos naturales y reducir el volumen de desechos, siendo clave en la gestión de RSM.

2.3.1.8. Reuso o reutilización

Es el proceso de utilizar un producto o material nuevamente, sin someterlo a procesos industriales de reciclaje. Esto implica darle una segunda vida al objeto en su forma original, extendiendo su ciclo de vida útil y reduciendo la necesidad de consumir nuevos recursos. Es una estrategia clave para minimizar la generación de residuos y el impacto ambiental, ya que disminuye la demanda de materias primas y la producción de desechos.

2.3.1.9. Reciclaje

El reciclaje es el resultado de una serie de actividades mediante las cuales los materiales que pasarían a ser residuos, o que ya son residuos, son desviados, siendo separados, recolectados y procesados para ser usados como materia

prima en la manufactura de artículos que anteriormente se elaboraban solo con materia prima virgen.³⁰

En el proceso de reciclaje, se utiliza una variedad de maquinaria especializada para llevar a cabo las diferentes etapas del procesamiento de los residuos.

MÁQUINA	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	DIMENSIONES	IMAGEN
Triturador de doble eje	Triturador o desgarrador que cuenta con 2 rotores, una cámara de entrada de 1150 X 500 MM, 30 cuchillas y 30 HP en cada uno de sus 2 motores.	Área de procesamiento	Largo: 3.68 m Ancho: 1.99 m Alto: 2.27 m	
Cinta transportadora – Serie L	Estas cintas de transporte están destinadas a la industria del reciclaje de plásticos y para el transporte de cargas no muy pesadas de papel de desecho.	Área de procesamiento	Ancho de la cadera 1.0 m Ancho de la cinta: 1.55 m Largo: 2 a 6 m	
Compactadora	La compactadora hidráulica semiautomática es una muy buena opción, económica y fácil de operar. Ideal para compactar botellas de plástico o latas de aluminio	Área de procesamiento	Largo: 1.6 m Ancho: 1.1 m Alto: 0.8 m	

³⁰ Rodríguez; Brito y Bérriz. *Guía para la gestión integral de residuos sólidos*.

Lavadora para botellas PET

Este tipo de lavadora para plástico es especial para el removido de etiquetas, del pegamento y líquido médico de diversos tipos de botellas PET mediante el impacto del agua, teniendo un rol importante para la función de lavado de los materiales reciclables.

Área de procesamiento

Largo: 7 m
Ancho: 1.5 m
Alto: 2.5 m

**TROMEL**

Función: quitar piedra, polvo, aflojar tapas y metal pequeño.
Material base: Acero al carbono galvanizado

Área de procesamiento

Diámetro del cañón: 1500 mm
Longitud: 5000 mm

**Accionador centrífugo**

Función: El secado y la humedad de las escamas alcanzan el 2 %
Potencia del motor: 22KW

Área de procesamiento

**Alimentador de banda**

Es una máquina orientada para la alimentación y dosificación de materiales. Permite una dosificación continua y uniforme de material.

Área de procesamiento

Cinta transportadora: 1.2 m
Longitud de la cinta: hasta 20 m.
Alto: 1 a 2 m.



Tabla 5. Maquinaria utilizada en el proceso de reciclaje.
Elaboración propia.

2.3.1.10. Tratamiento

Este proceso implica la transformación de residuos orgánicos e inorgánicos en instalaciones especializadas, utilizando tecnología adecuada según el volumen de residuos y las necesidades del comprador. Algunos RSM requieren tratamiento para aprovechar sus beneficios o minimizar su impacto ambiental. Los residuos que pueden necesitar tratamiento incluyen:

- Residuos orgánicos: debido a su naturaleza putrescible, pueden causar graves impactos ambientales y de salud, pero también pueden transformarse en productos de valor comercial como compost, humus o biogás.
- Biogás: el biogás generado puede utilizarse como combustible alternativo o convertirse en energía eléctrica para consumo local.
- Escombros de construcción: materiales como fragmentos de cerámica, hormigón y argamasas pueden ser triturados y reutilizados en la construcción o en otras producciones locales.³¹

2.3.1.II. Compost

El compost es un material orgánico que se obtiene a través del proceso de descomposición y reciclaje de residuos orgánicos, como restos de alimentos, hojas, césped, y otros desechos vegetales. Este proceso, conocido como compostaje, es llevado a cabo por microorganismos como bacterias y hongos, que descomponen los materiales en presencia de oxígeno, transformándolos en un producto rico en nutrientes.



Figura 11. Ciclo de vida del compost
Fuente: JARDINATIS

³¹ Rodríguez; Brito y Bériz. *Guía para la gestión integral de residuos sólidos*.

2.3.1.12. Educación ambiental en el reciclaje

La educación ambiental³² debe enfocarse en sensibilizar tanto a los actores locales como a la ciudadanía en general sobre su responsabilidad en la generación y gestión de residuos sólidos. Es crucial dirigir estos esfuerzos hacia los principales sectores del territorio, incluidos los órganos de administración, las escuelas, los centros productivos y de servicios, así como a la población en general. Las escuelas, en particular, juegan un papel fundamental, ya que permiten inculcar desde temprano los hábitos y comportamientos necesarios para la participación efectiva en la clasificación y almacenamiento adecuado de los residuos. Además, la educación ambiental también promueve la conciencia sobre la importancia del reciclaje, alentando la reutilización de materiales aptos para ser usados nuevamente en otras actividades.

³² Rodríguez; Brito y Bériz. *Guía para la gestión integral de residuos sólidos*.

2.4. Casos de estudio

En este apartado se presentan tres casos de estudio como referente para el proyecto. El análisis se centró en cinco aspectos fundamentales, siendo estos:

- Urbanístico: ubicación y cómo influye en el entorno.
- Funcional: analiza la eficiencia y la distribución espacial de los proyectos.
- Morfológico: explora la forma arquitectónica.
- Técnico constructivo: considera los materiales y técnicas utilizados.
- Ambiental: evalúa la integración de los proyectos con su entorno.

2.4.1. Centro de acopio para reciclaje; Ruhm Architekten

Arquitectos: RUHM Architekten

Área: 1880 m²

Año: 2019

Ubicación: Schweinern, Austria.



Figura 12. Centro de acopio para reciclaje; RUHM Architekten

Fuente: Andreas Kraus

“Este centro para reciclaje y gestión de residuos es un proyecto de la asociación comunitaria para la protección del medio ambiente de St. Pölten en Baja Austria. El objetivo es convertir las antiguas áreas de eliminación de

basura en una infraestructura fácil de usar para la recolección y separación de materiales reciclables en la comunidad local. Este espacio permite mantener la vida de las personas y las ciudades funcionando como deberían”.³³

2.4.1.1. Conjunto

El objetivo del centro de acopio es transformar las antiguas zonas de eliminación de residuos en una infraestructura accesible y práctica para la recolección y separación de materiales reciclables en la comunidad local. Se ubica en los límites de la localidad.



Figura 13. Ubicación Centro de acopio para reciclaje; RUHM Architekten

Fuente. Google Maps

³³ Pintos, Paula (Curadora). *Centro de acopio para reciclaje; RUHM Architekten*. ArchDaily 10 de marzo de 2021. Consultado el 14 de agosto de 2024, <https://www.archdaily.cl/es/958372/centro-de-acopio-para-reciclaje-ruhm-architekten>

La ubicación del centro de acopio cerca de la calle y su diseño de espacio diáfano facilitan la accesibilidad. Los habitantes pueden llegar al centro con facilidad, lo que promueve la participación de la comunidad en el reciclaje.

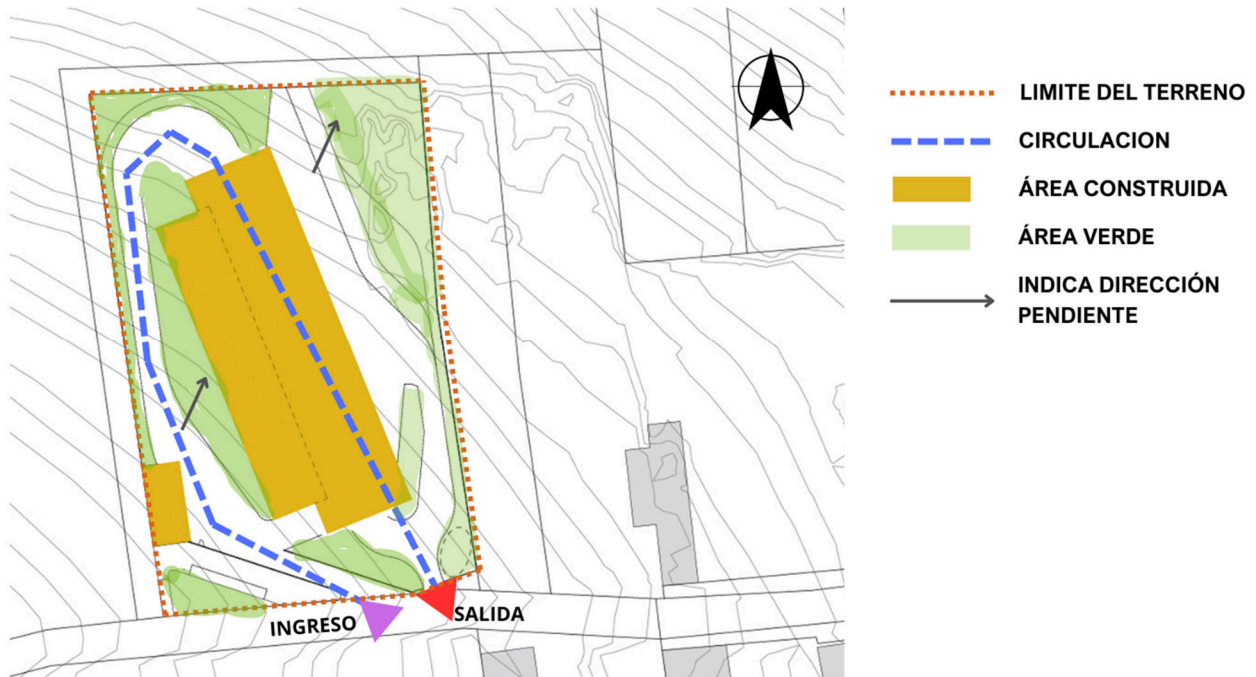


Figura 14. Planta de conjunto - Centro de acopio para reciclaje; RUHM Architekten
Elaboración propia con base en plano base de RUHM Architekten

2.4.1.2. Aspectos funcionales

El flujo comienza con la llegada de los habitantes al área pública para depositar los materiales reciclables, posteriormente, los materiales se transportan desde el área pública al edificio de servicios, donde se lleva a cabo la clasificación y preparación para su envío a instalaciones específicas de reciclado. Dispone de una organización lineal, lo que hace eficiente el flujo de trabajo ya que no hay circulaciones cruzadas.

2.4.1.3. Aspectos ambientales

La forma envolvente del proyecto es funcional y al mismo tiempo estéticamente agradable. Se cierra en una de sus fachadas críticas por la luz solar de la tarde. Se emplea un tipo de celosía que aún permite el paso de luz y viento. También cuenta con un voladizo en la parte de los contenedores creando sombra.

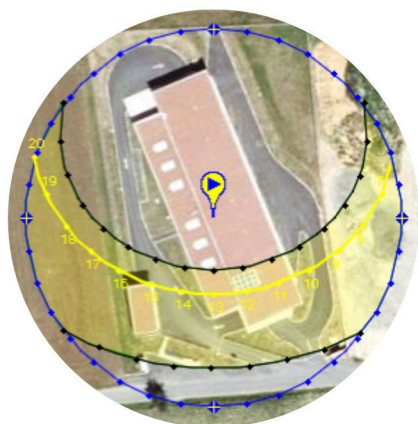


Figura 18. Soleamiento Centro de Acopio para Reciclaje; RUHM Architekten
Fuente: sunearthtools.com



Figura 17. Cerramiento suroeste del Centro de Acopio para Reciclaje" de RUHM Architekten
Fuente: Andreas Kraus.

2.4.1.4. Aspectos morfológicos

El proyecto logra un equilibrio efectivo entre la relación exterior e interior. El área pública elevada crea un vínculo visual con el entorno circundante, permitiendo a los habitantes interactuar con el espacio exterior mientras depositan sus materiales reciclables. Esta relación bien definida contribuye a la comodidad y la funcionalidad del centro de acopio.

La forma del proyecto parece basarse en una generación geométrica y funcional. Se crea el juego de dos volúmenes, uno (la cubierta) montándose sobre otro. Las formas y la distribución de áreas se derivan de la necesidad de realizar eficientemente las operaciones de gestión de residuos.



Figura 19. Vista exterior, Centro de acopio para reciclaje; RUHM.

Fotografía: Andreas Kraus. En: Pintos.³⁴

2.4.1.5. Aspectos técnico-constructivos

Es una estructura de hormigón y madera, se sostiene por medio de columnas y vigas. El uso de materiales como la madera y el hormigón se relaciona con el contexto natural al crear una estética que se armoniza con el paisaje circundante. Elección de materiales ecológicos y sostenibles.

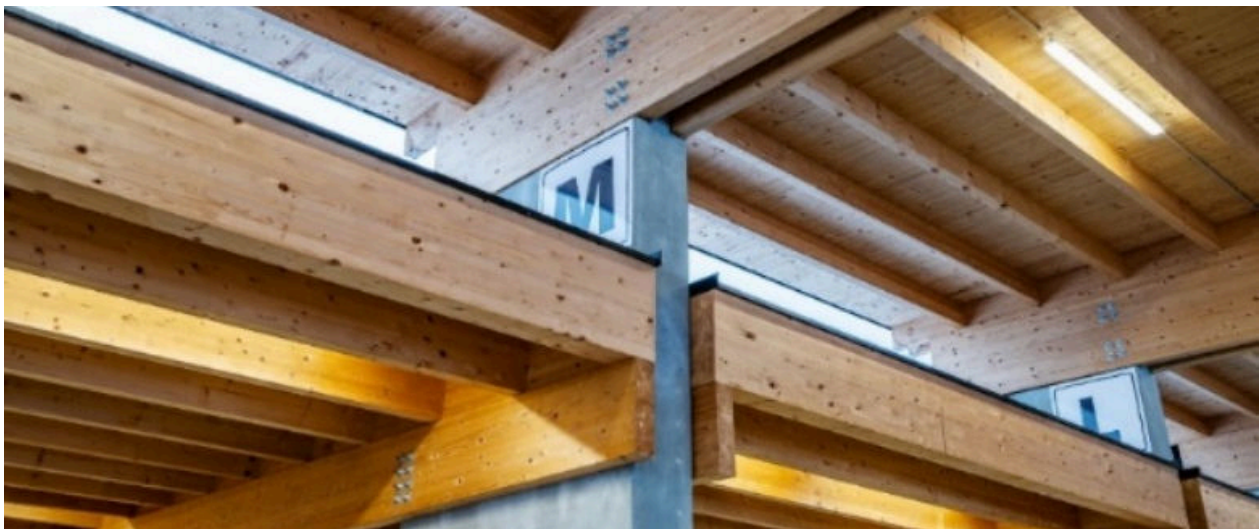


Figura 20. Interior Centro de Acopio para Reciclaje de RUHM Architekten

Fotografía: Andreas Kraus. En: Pintos.

³⁴ Pintos (Curadora). *Centro de acopio para reciclaje; RUHM.*

2.4.1.6. Cuadro síntesis

ASPECTO	FORTALEZA	DEBILIDAD
Conjunto	Fácil acceso de la calle al proyecto. Se ubica sobre una calle de un carril amplio.	No tiene un acceso exclusivo para peatones
Funcional	Al ser el ingreso detrás de la edificación se crea un área de espera de los automóviles que no interrumpirán la vía principal.	El ingreso de los camiones recolectores no es directo y se deben realizar maniobras extras.
Morfológico	El voladizo le da un carácter fuerte y cubre grandes áreas. Hace un juego de volumen con el techo y la base.	Puede llegar a ser bastante plano. Le falta jerarquía al ingreso.
Ambiental	La ubicación contribuye para que el viento no lleve malos olores a los vecinos. Implementa celosías para combatir el sol, pero permite el paso del viento.	Tiene área permeable, pero el solar no tiene mucha vegetación.
Técnico-constructivo	Utiliza materiales sostenibles como la madera. Su estructura es simple base de hormigón y el techo de madera.	No se emplean tecnologías de punta para la construcción.

Tabla 6. Síntesis del Caso de Estudio 1.
Elaboración propia.

2.4.2. Centro de Reciclaje Sydhavns; BIG

Arquitecto a cargo: Nanna Gyldholm Møller

Área: 1500 m²

Año: 2020

Ubicación: Copenhagen, Denmark



Figura 21. Centro de Reciclaje Sydhavns

Fuente: Rosenfield.³⁵

Encargado por la compañía **Amagerforbrænding**, BIG ha diseñado el **Centro de Reciclaje Sydhavns**, un espacio público asociado a equipamiento deportivo, pistas de trote y zonas de picnic. En su centro, el centro de reciclaje está sumergido debajo de un completo trabajo de *landscape*, ofreciendo a los ciudadanos dar un vistazo en la "plaza del reciclaje" mientras disfrutan de sus ejercicios diarios.

³⁵ Rosenfield, Karissa. (Nicolás Valencia, trad.). *BIG diseña centro de reciclaje pensado como espacio público en Copenhagen*. ArchDaily en Español. 1 de marzo de 2015. Consultado el 14 de agosto de 2024, <https://www.archdaily.cl/cl/763007/big-disena-centro-de-reciclaje-pensado-como-espacio-publico-en-copenhagen>

2.4.2.1. Conjunto

La ubicación del centro en un parque verde cercano, junto con un camino que lo rodea, mejora la accesibilidad y promueve la integración del centro con las áreas recreativas circundantes. Esto facilita que los ciudadanos participen en la entrega de materiales reciclables y mejora la visibilidad del proceso de reciclaje.



Figura 22. Ubicación del CENTRO DE RECICLAJE SYDHAVNS / BIG

Fuente: Rosenfield.³⁶

³⁶ Rosenfield, *BIG diseña centro de reciclaje pensado como espacio.*

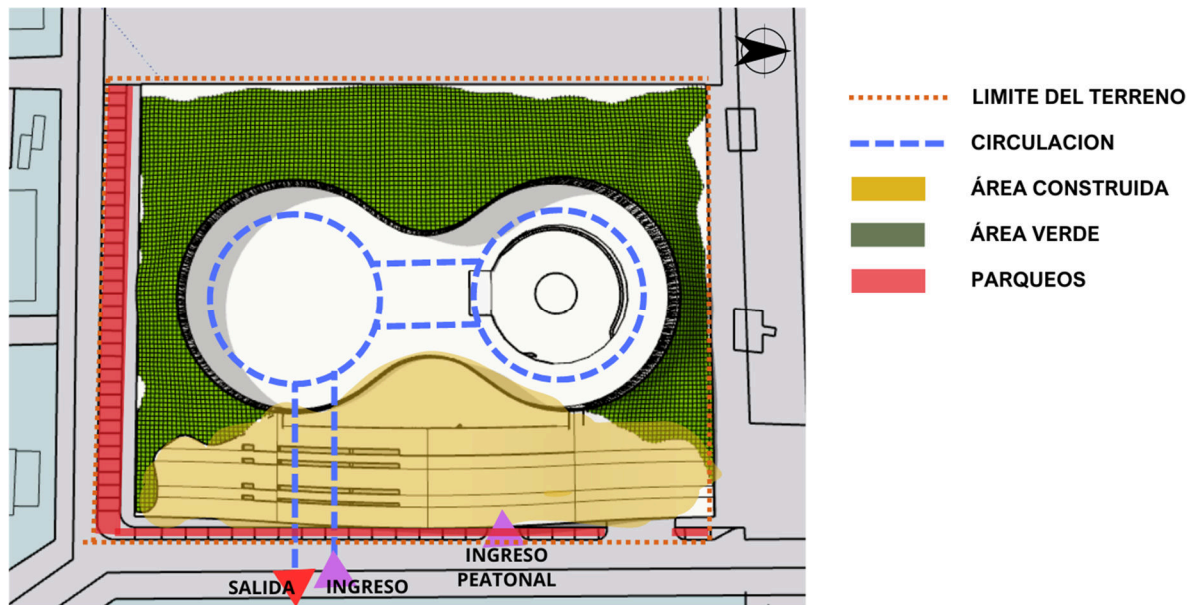


Figura 23. Planta de conjunto; Centro De Reciclaje Sydhavns; BIG
Elaboración propia, con base en imagen de José P. para 3D Warehouse

2.4.2.2. Aspectos funcionales

El Centro de reciclaje se distribuye en un área cuadrada con forma de ocho. En el centro, se encuentra una plaza central, que sirve como núcleo de operaciones del reciclaje.

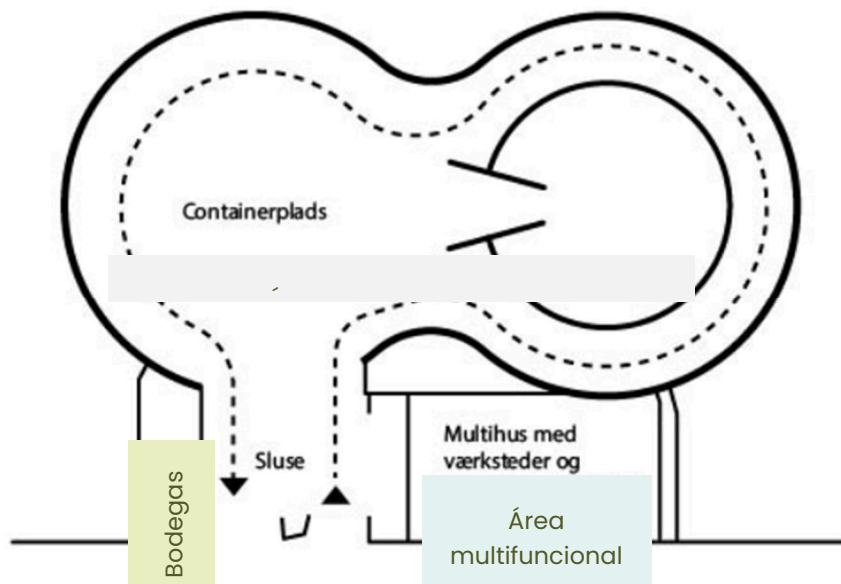


Figura 24. Áreas del proyecto, Centro de Reciclaje Sydhavns ; BIG

Fuente: Rosenfield.

A su alrededor, se extienden áreas específicas destinadas a talleres, instalaciones de comunicación, zonas de exposición, comedores y espacios de juego. El acceso a la zona de contenedores se realiza a través de una amplia esclusa que atraviesa el centro, donde se clasifican los objetos reutilizables. Esta distribución asegura que cada área cumpla su función específica en el proceso de reciclaje y se promueve una experiencia educativa y práctica para los visitantes.



Figura 25. Actividades en la terraza

Fuente: Rosenfield.

2.4.2.3. Aspectos ambientales

La presencia de claraboyas en el centro permite una entrada de luz natural y un juego de sombras que crea un ambiente luminoso y atractivo. Esto no solo ahorra energía, sino que también mejora la experiencia de los visitantes y la percepción del espacio interior. El centro utiliza hormigón reciclado y se compromete a reciclar al menos el 50 % de los materiales utilizados en la construcción. Por su orientación se aprovecha la luz solar. Y no incide demasiado en la facha de cristal.



Figura 27. Soleamiento del Centro de Reciclaje Sydhavn.
Fuente: sunearthtools.com



Figura 26. Vista aérea del conjunto
Fuente: Rune Johansen/Ritzau Scanpix

El centro utiliza formas de climatización pasiva. En el interior, al ser abierto, el sol incide en la fachada interior y se observa que la fachada se cierra para evitar la insolación y deja algunas ventanas para iluminación y ventilación.

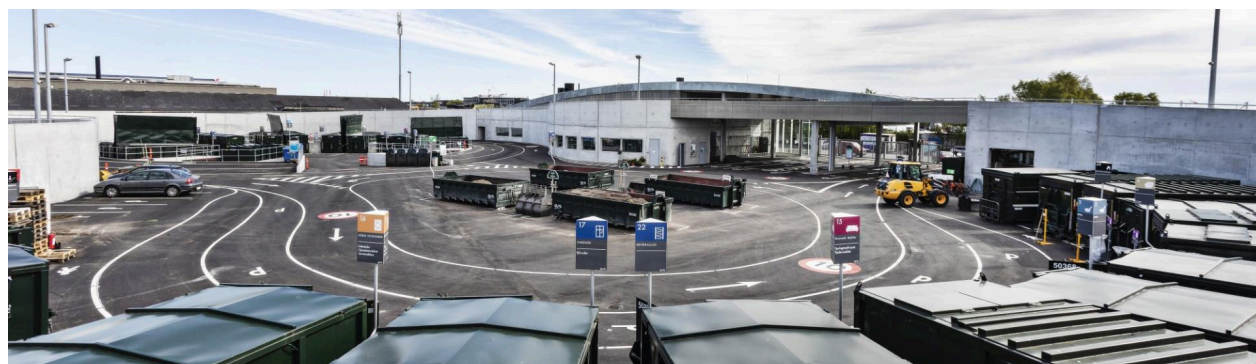


Figura 28. Interior Centro de Reciclaje Sydhavn.
Fuente: Residuos KBH.³⁷

2.4.2.4. Aspectos morfológicos

Su forma se basa en una combinación de elementos geométricos y metafóricos. La forma orgánica con un diseño de ocho se relaciona con la funcionalidad de las áreas de reciclaje y educativas. Además, el uso de la representación del reciclado es una metáfora de la reutilización y la

³⁷ Residuos KBH. Centro de reciclaje de Sydhavn. S. f. Consultado el 15 de agosto de 2024, <https://affald.kk.dk/genbrug/sydhavn-genbrugscenter>

sostenibilidad. La relación con la economía circular y la transformación de los residuos en recursos es una parte fundamental.

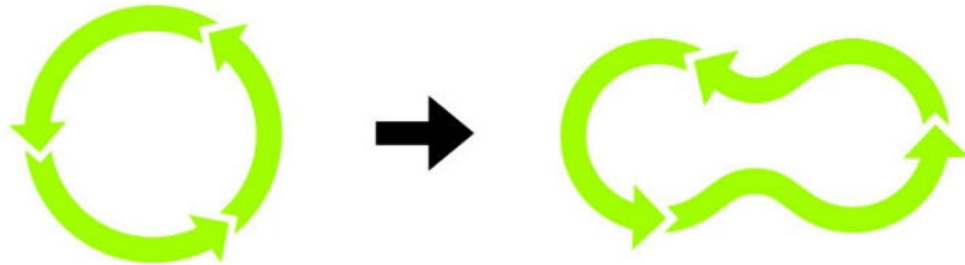


Figura 29. Diagrama para la realización de la forma

Fuente: Rosenfield.

El diseño del centro de reciclaje busca una fuerte conexión entre el exterior y el interior. La disposición de amplias áreas acristaladas y la apertura hacia el camino de *Bådehavnsgade* permiten una relación visual entre el centro y el paisaje circundante, creando una sensación de transparencia y apertura. Los visitantes pueden observar las operaciones de reciclaje desde el exterior, lo que contribuye a la educación y la conciencia ambiental.



Figura 30. Ingreso al Centro de Reciclaje

Fuente: Mølskov.³⁸

³⁸ René Mølskov. *¡Consigue un regalo increíble! Todo en el centro de reciclaje se está regalando esta semana.* 14 de junio de 2023. Consultado el 14 de agosto del 2024, <https://kobenhavnliv.dk/kobenhavn/goer-et-kaempe-gratis-kup-alt-i-genbrugscentret-foraeres-vaek-i-denne-uge>

La creación de una colina de tierra alrededor del centro permite que el edificio se mezcle con el paisaje circundante. Esto no solo minimiza las molestias acústicas para los vecinos, sino que también crea un aspecto natural y suave. La forma se adapta a la topografía existente.



Figura 31. Fachada Centro de Reciclaje

Fuente: Rosenfield.

2.4.2.5. Aspectos técnico– constructivos

Se utiliza hormigón reciclado, incluyendo su aplicación en áreas exteriores expuestas a condiciones ambientales adversas, siendo un aproximado de 1,200 m³ reciclados.



Figura 33. Construcción de paredes del área multifuncional

Fuente: UNICON.³⁹

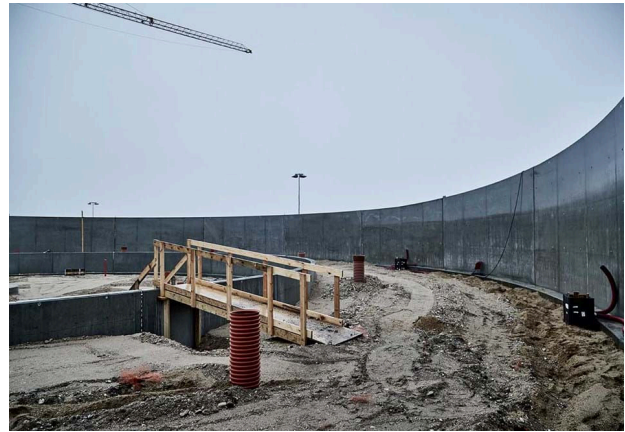


Figura 32. Construcción de muros del área perimetral

Fuente: UNICON

³⁹ Unicon. *Sydhavn Genbrugscenter*. S. f. Consultado el 21 de agosto de 2024, <https://www.unicon.dk/produkter-services/projekter/sydhavn-genbrugscenter/>

El hormigón triturado sustituye el agregado grueso, que normalmente representan alrededor del 40 % del volumen del hormigón. De esto, según la ley danesa, sólo el 20 % por ciento de las piedras pueden sustituirse con hormigón reciclado, pero a este proyecto se le ha permitido sustituir el 100 % del piedrín con hormigón reciclado en la mezcla de hormigón.⁴⁰

2.4.2.6. *Cuadro síntesis*

ASPECTO	FORTALEZA	DEBILIDAD
Conjunto	Se sitúa al final de una calle. No interfiere con los usos del área. Tiene un acceso separado para peatones y vehículos.	El recorrido al acceso, desde el último parqueo, es bastante largo.
Funcional	El orden de los espacios funciona bien debido a su disposición alrededor del área de contenedores.	Falta de implementación de arquitectura universal.
Morfológico	Su forma orgánica (fachada) se integra al lugar. Semeja que la edificación nace del lugar.	En el diseño final, la parte posterior no se pudo integrar con el terreno para que fuera más uniforme, quedó el muro perimetral en medio.
Ambiental	Implementa tragaluces en el techo para iluminar los espacios durante el día. Se emplea un cerramiento para contrarrestar el ruido exterior. Buena orientación de la fachada, permite uso de cristal sin causar insolación.	El cerramiento es de concreto. Se consideró un aislante natural para el ruido.
Técnico-constructivo	Utiliza hormigón reciclado, en una proporción del 40 % del volumen total.	Los muros perimetrales hubieran podido cumplir la función de murales artísticos o informativos.

Tabla 7. Síntesis Caso de estudio 2.
Elaboración propia.

⁴⁰ Unicon..Sydhavn Genbrugscenter.

2.4.3. Planta de separación de desechos sólidos, AMSA

Año: 2023

Área: 12000 m²

Ubicación: kilómetro 22, ruta al Pacífico, Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala.

Este proyecto cuenta con el respaldo del Gobierno de Guatemala a través del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). El proyecto contribuye a un manejo integral y adecuado de los desechos sólidos del municipio. Es la primera planta de separación de su tipo a nivel nacional. Según las autoridades de AMSA, la planta tiene la capacidad de procesar 40 toneladas por hora. Esta infraestructura permite impactar positivamente en 18 municipios de la cuenca del lago de Amatitlán, así como a otros 18 municipios que utilizan la zona como destino final de sus desechos.

2.4.3.1. Conjunto

La ubicación de la planta es en las instalaciones de AMSA junto al vertedero.



Figura 34. Ubicación de la Planta separadora de desechos AMSA

Fuente: Google Maps.

La planta se sitúa al ingreso del vertedero, para agilizar el proceso de separación. La primera entrada es la de camiones y al final el ingreso para el personal.

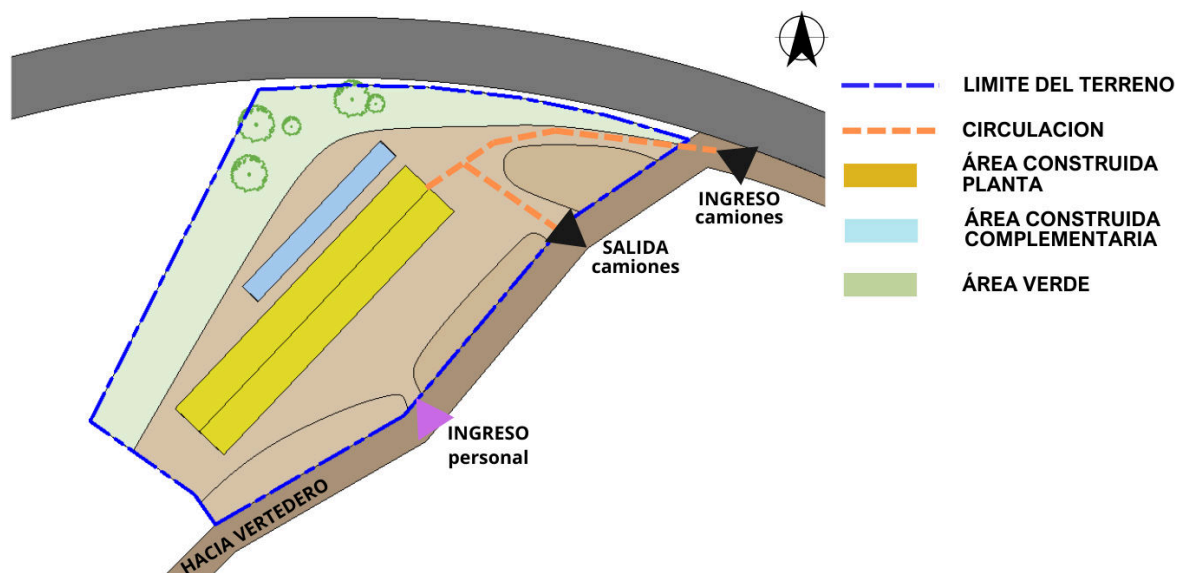


Figura 35. Planta de conjunto de la Planta de separación de residuos AMSA.
Elaboración propia.

2.4.3.2. Aspectos funcionales

Se tiene un ala de administración, bodegas y servicios complementarios. Su funcionamiento es lineal, sin circulaciones cruzadas.



Figura 36. Funcionamiento de la Planta de separación de residuos sólidos AMSA
Elaboración propia.



Figura 38. Maquinaria de la planta.



Figura 37. Cintas transportadoras.

Fuente: MARN.⁴¹

⁴¹ MARN. *Nueva planta separadora facilitará la gestión integral de desechos en el vertedero de AMSA.* Noticias: 2024. Consultado el 15 de enero de 2025, <https://n9.cl/pmsju>

2.4.3.3. Aspectos ambientales



La planta cuenta con una barrera perimetral en la calle y un desnivel, lo que ayuda a mitigar el ruido generado por la maquinaria y las operaciones diarias. El diseño arquitectónico de la planta incluye medidas para evitar la contaminación de fuentes de agua cercanas, especialmente por su entorno sensible en la Cuenca del Lago de Amatitlán.

Figura 39. Soleamiento de la Planta de separación de residuos AMSA.

Fuente: MARN.

2.4.3.4. Aspectos morfológicos

Su forma responde a su funcionamiento, Es un gran volumen alargado, con una cubierta metálica, no pretende responder al entorno, solo a su uso. Consta de 2 volúmenes que no parecen tener relación entre sí. Da la apariencia de una gran bodega.

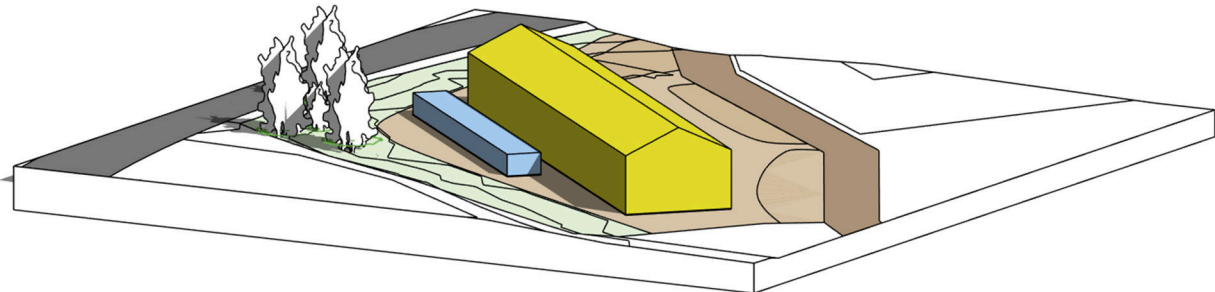


Figura 40. Morfología de la Planta.
Elaboración propia.

2.4.3.5. Aspectos técnico-constructivos

La construcción es tradicional, en el área administrativa es de cimiento corrido, columnas y mampostería.



Figura 41. Construcción de la planta de separación de desechos AMSA.

El área donde opera la maquinaria de separación está construida con una estructura metálica que permite abarcar grandes luces para el funcionamiento correcto de la maquinaria. Tiene una luz de 20 m y un largo de casi 100 m que permiten realizar las actividades necesarias de la separación de los desechos domiciliarios.



Figura 42. Estructura de la planta de separación de desechos AMSA

2.4.3.6. Cuadro síntesis

ASPECTO	FORTALEZA	DEBILIDAD
Conjunto	Fácil acceso. Ingreso preferencial para los camiones.	El área complementaria se ubica al fondo y para ingresar hay que atravesar la zona de trabajo.
Funcional	Funcionamiento fácil, directo, lineal, sin circulaciones cruzadas.	Falta de flexibilidad y adaptabilidad para realizar futuras ampliaciones.
Morfológico	Intento de jerarquía al frente, que indica el ingreso y fachada de la planta.	Carece de juegos formales. Solo es una gran cubierta y otro volumen que parece desconectado.
Ambiental	Toda el área es abierta lo que permite una ventilación cruzada.	No tiene elementos de climatización pasiva.
Técnico-constructivo	Uso de estructura metálica para abarcar grandes luces.	Sin uso de materiales reciclados o sostenibles. Construcción tradicional, puede llevar tiempos de construcción mayores.

Tabla 8. Síntesis Caso de estudio 3.
Elaboración propia.

2.4.4. Cuadro síntesis de casos de estudio

ASPECTO	CENTRO DE ACOPIO PARA RECICLAJE / RUHM ARCHITEKTEN	CENTRO DE RECICLAJE SYDHAVNS / BIG	PLANTA DE SEPARACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS, AMSA
Conjunto	Se sitúa al final de una calle. No interfiere con los usos del área. Tiene un acceso separado para peatones y vehículos.		
Funcional	Al ubicarse el ingreso detrás de la edificación se crea un área de espera de los automóviles que no interrumpen la vía principal.	Funcionamiento fácil, directo, lineal, sin circulaciones cruzadas.	
Morfológico	Su forma orgánica (fachada) se integra al lugar. Como si la edificación naciera del lugar.		
Técnico-constructivo	Utiliza materiales sostenibles como la madera.	Emplea estructuras metálicas para cubrir grandes áreas.	
Ambiental	Implementa celosías para combatir el sol, pero permiten el paso del viento.	Implementa tragaluces para iluminar los espacios durante el día. Barreras perimetrales y acústicas. Buena orientación y se cierra al soleamiento.	

Tabla 9. Cuadro síntesis de casos análogos.
Elaboración propia.

El Capítulo Fundamento teórico, enriquece significativamente la base conceptual para la propuesta del *Centro de Acopio, Reciclaje y Educación Ambiental en Patulul, Suchitepéquez*.

En primer lugar, el análisis de las teorías de la arquitectura orgánica de Frank Lloyd Wright y la arquitectura sustentable, permitió establecer un punto de partida para el diseño arquitectónico de un proyecto que, no solo responde a las necesidades funcionales del programa arquitectónico, sino que también se integra armónicamente con el entorno natural y social. Estas teorías proporcionaron una guía para que el diseño no sea una mera construcción, sino una expresión coherente de las relaciones entre el espacio, los usuarios y el medioambiente, con un enfoque claro hacia la sustentabilidad.

Por otro lado, el desarrollo de conceptos específicos para este proyecto asegura que cada elemento del diseño esté alineado con los principios de funcionalidad y utilidad. El análisis conceptual es clave para asegurar que la propuesta arquitectónica, no solo cumpla con los requisitos técnicos y legales, sino que también, sea un espacio que promueva el bienestar de los usuarios y la eficiencia operativa.

Por otra parte, el análisis de los tres casos de estudio proporcionó una perspectiva práctica y comparativa, permitiendo identificar mejores prácticas y posibles errores a evitar en la implementación del proyecto. Cada caso analizado ofreció valiosas lecciones en cuanto a los aspectos funcionales, morfológicos, técnicos constructivos y ambientales, lo que permitió refinar la propuesta arquitectónica. Se realizó un cuadro síntesis final, donde se enmarcan los aspectos positivos que pueden funcionar en la propuesta.

CAPÍTULO 3. CONTEXTO DEL LUGAR

En este capítulo, se presenta un análisis del área de intervención para entender cómo el entorno afecta el desarrollo del proyecto. Este análisis se enfoca en tres aspectos clave: social, económico y ambiental del sitio.

Inicia con una descripción detallada de la composición social de la población beneficiaria, proporcionando datos precisos sobre su estructura. El análisis económico incluye una evaluación de las condiciones económicas generales de la población en el área de influencia del proyecto.

En cuanto al entorno físico, se llevó a cabo un análisis, tanto a nivel macro, como micro. Este análisis abarcó factores clave, tales como: el paisaje construido, la estructura urbana, la topografía, el clima y los reglamentos de construcción vigentes. Estos elementos son fundamentales para adaptar el diseño del proyecto a las condiciones específicas del sitio y para asegurar que el proyecto se integre de manera efectiva en su entorno.



3.1. Contexto social

En este punto se estudian las dinámicas humanas que influyen en el área de intervención. Se explora la composición demográfica y las condiciones sociales de la población que será beneficiada por el proyecto.

3.1.1. División político-administrativa

- Concejo Municipal

El Concejo Municipal, de acuerdo con el Artículo 9 del *Código, Municipal, Decreto 12-2002 del Congreso de la República*, es el órgano colegiado superior encargado de la deliberación y toma de decisiones en los asuntos municipales. Está compuesto por el alcalde municipal, tres síndicos y dos concejales, todos elegidos mediante voto popular cada cuatro años. Además, el Concejo Municipal se encarga de ejercer la autonomía del municipio y está respaldado por la Dirección Municipal de Planificación (DMP), que coordina y consolida proyectos para el desarrollo local. Otros departamentos y servicios importantes de la Municipalidad, como la Oficina Municipal de la Mujer (OMM), la Secretaría Municipal, la Tesorería y la Policía Municipal también forman parte de esta estructura gubernamental.

- Alcaldías auxiliares
- Consejo Municipal de Desarrollo -COMUDE-
- Consejo Comunitario de Desarrollo -COCODE-

Desde que entró en vigencia *la Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural* en el 2002, se inició la organización de los Consejos Comunitarios de Desarrollo. Actualmente, existen **58 COCODES** en funcionamiento. El Consejo Municipal de Desarrollo (COMUDE) está compuesto por los miembros del Concejo Municipal, las dependencias públicas presentes en el municipio, representantes de los COCODE y las organizaciones de la sociedad civil. Este Consejo es presidido por el alcalde municipal, y su propósito es coordinar acciones y decisiones en pro del desarrollo local y comunitario.

- **Dirección Municipal de Planificación (DMP)**

La DMP es el ente responsable de coordinar y consolidar los diagnósticos, planes, programas y proyectos de desarrollo del municipio. Produce información de calidad para la formulación y gestión de políticas públicas, elabora estudios de preinversión y proyectos según las necesidades prioritarias. Además, mantiene actualizadas las estadísticas socioeconómicas y geográficas, registra las necesidades identificadas y priorizadas, e inventaría la infraestructura y servicios públicos.

Los residentes están agrupados en asociaciones y comités comunitarios, incluyendo formas tradicionales de cohesión social, con derecho a personalidad jurídica reconocida. Estas entidades se rigen por normas y procedimientos propios, con autoridades reconocidas por el Estado. Además, existen grupos organizados para eventos festivos y especiales, que se disuelven tras su propósito. Estos incluyen cofradías, hermandades católicas y grupos juveniles religiosos.⁴²

3.1.2. Centros poblados

Para el 2018 (último censo nacional), se reportaron 135 centros poblados.

CATEGORÍA	DMP 2018
Pueblo	1
Labor	5
Hacienda	2
Lotificación	4
Barrio	3
Caserío	10
Comunidad	4

⁴² Mireya Rodríguez. *Organización del Municipio de Patulul, Suchitepéquez*. 21 de noviembre del 2016. Consultado el 21 de agosto de 2024, <https://departamentos.deguate.com/suchitepequez/organizacion-del-municipio-de-patulul-suchitepequez/>.

Colonia	5
Parcelamiento	2
Finca	20
Otros	76
TOTAL	135

Tabla 10. Número de centros poblados por categoría

Fuente: INE 2018 y Concejo Municipal de Patulul, Suchitepéquez 2019.

3.1.2.1. Población total

A continuación, se presenta el total de la población en el municipio, que de acuerdo a los datos del INE, para el 2018 fue de 40,683 habitantes, de los cuales, el 52 % son mujeres y el 48 % son hombres. El 28 % de la población total del municipio habita en el área urbana, mientras que el 72 % de la población habita en el área rural.

Los grupos más grandes de la población son los de:

- 0-14 años 14,004 hab. 34.42 %
- 15-64 años 24,547 hab. 60.34 %
- 65 y más años 2,132 hab. 5.24 %

3.1.2.2. Estimaciones y proyecciones de la población total

Según las proyecciones del INE, para el 2030 habrá una población total de 44,594 habitantes en el municipio.

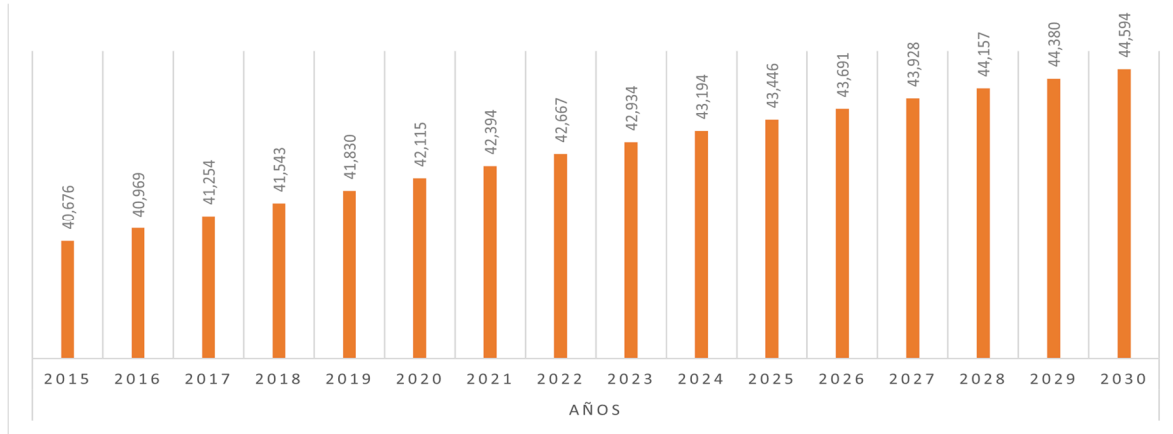


Figura 43. Estimaciones y proyecciones de la población total

Fuente: INE, 2020

3.1.2.3. Por comunidad lingüística

En el municipio habitan personas de diferentes comunidades lingüísticas entre las cuales predomina la Kaqchikel. Hay un total de 7,102 habitantes que pertenecen a la población maya.

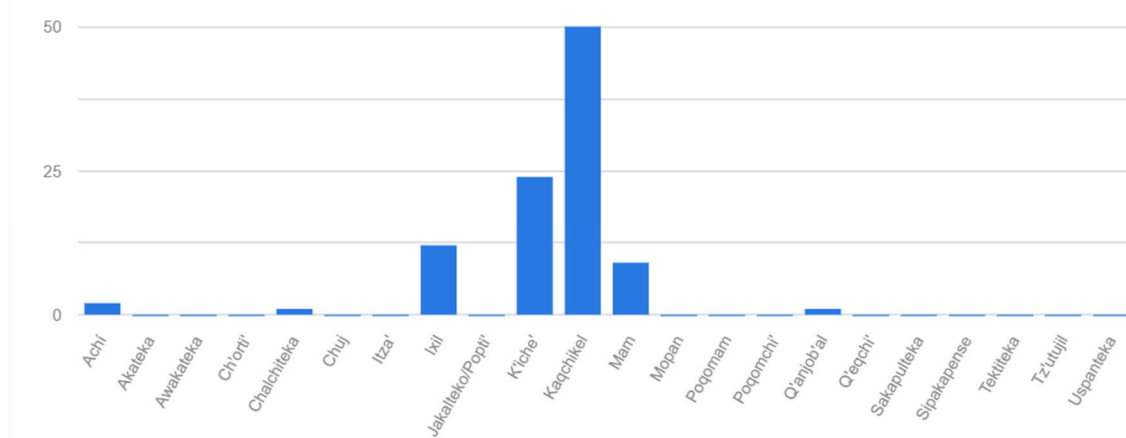


Figura 44. Comunidad lingüística maya (%)

Fuente INE, 2018. XII Censo Nacional de la Población y VII de vivienda.

3.1.2.4. Por nivel de pobreza

Según la última actualización, 2023, de SEGEPLAN;⁴³ del número de habitantes (40,665 hab.), el 44.8 % (18,220 hab.) representa la pobreza general. El porcentaje de personas en pobreza extrema es del 4.5 % (1,810 hab.). El consumo promedio per cápita en Q/mes (a oct. 2023) es de Q.1,197.18.

3.1.2.5. Por forma principal de eliminación de la basura

Solo el 42 % (3924 hab.) del total de la población del municipio elimina la basura por medio del servicio municipal, seguido de un 38 % (3479 hab.) que la queman; y solo el 5 % (444 hab.) realizan un proceso de abono o reciclaje.

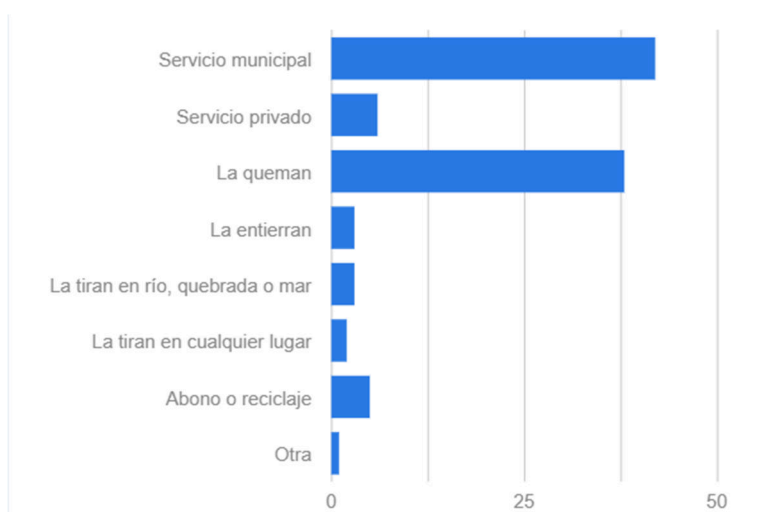


Figura 45. Forma principal de eliminación de basura.

Fuente INE, 2018. XII Censo Nacional de la Población y VII de vivienda

Según el *Compendio Estadístico Ambiental* (2015), el departamento de Suchitepéquez, en promedio de generación per cápita de desechos sólidos por departamento produce 0.38 (Kilos/día/habitante), o bien 0.836 (libras/día/habitante).

⁴³ SEGEPLAN; Sistema de Información Estratégica. *Mapa de pobreza en Patulul, Estimación a través del método de necesidades*. Última actualización: 19 de marzo del 2025, Consultado el 16 de septiembre del 2025, https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2026/03/Informe-MP-2023_FINAL_Mar26.pdf

3.1.3. Historia y cultura

Patulul fue fundado el 27 de agosto de 1836 y tiene como patrona a Santa María Magdalena. Durante tiempos de guerra entre los tzutuhiles y los quichés, el rey Kikab II conquistó Patulul luego de derrotar al gran cacique Ahuaz-Chita en una batalla cerca de la entrada de la ciudad. Los Tzutuhiles de Patulul eran expertos en el uso de la honda y preferían vivir en cuevas cercanas a los ríos.

Hallazgos arqueológicos en varias fincas de la comunidad, permitieron descubrir objetos como: vasijas, utensilios de barro, jade y pedernal; y, sugieren que la gente de Patulul tenía habilidades en alfarería e industria.

Doña Sara Carrera, hermana del general Rafael Carrera, construyó la primera casa esquinera de calicanto en Patulul, que hasta hace poco se levantaba en el solar donde hoy se encuentra el centro comercial.

Según cuentan los lugareños, el nombre "Patulul" proviene de las palabras quichés "Pa" que significa árbol y "Tulul" que significa zapote, lo que se interpreta como "árbol de zapote", razón por la cual Patulul es conocido como "la Tierra del Zapote".⁴⁴

3.1.3.1. Aspectos culturales y religiosos

En Patulul, Suchitepéquez, se celebran dos fiestas importantes cada año. La primera es la fiesta Titular, que tiene lugar el 25 de enero y que rinde homenaje a la Virgen de Concepción, la Madre de Jesús. La segunda es la fiesta patronal, que se festeja el 22 de julio y que honra a Santa María Magdalena, la protectora de Patulul. Durante estas fiestas, se realizan varias actividades culturales y religiosas, entre las que destacan el Baile del Venado, que representa la cacería de este animal sagrado, y la Conquista, que narra la historia de la conquista española.

⁴⁴ Rodríguez. *Organización del Municipio de Patulul, Suchitepéquez*.



Figura 46. Señoras originarias de Patulul Suchitepéquez
Fuente: FB/ Así Es Suchitepéquez Tierra del Venado.

El traje típico de los hombres consiste en un pantalón blanco de algodón, una camisa negra de manga larga, una faja roja que rodea la cintura y un sombrero de paja. El traje típico de las mujeres consiste en una blusa bordada con diseños geométricos o florales, un corte típico que es una tela rectangular que se envuelve alrededor de las caderas y se sujeta con una faja, y una servilleta típica que es un pañuelo que se coloca sobre la cabeza y se anuda en la nuca.

Esta última prenda se llama *Tzut* y tiene un significado simbólico, ya que representa la pureza, la modestia y el respeto de las mujeres.

La religión es otro aspecto importante de la cultura de Patulul, ya que influye en las creencias, los valores y las prácticas de sus habitantes. La mayoría de ellos profesa la fe católica, que fue introducida por los españoles durante la colonización. Sin embargo, también hay una presencia notable de otras denominaciones cristianas, como la evangélica, la mormona y la de los Testigos de Jehová. Estas religiones se han difundido en las últimas décadas, ofreciendo una alternativa espiritual a las personas que buscan un cambio o una renovación de su fe. Algunas de las diferencias entre estas religiones son el tipo de culto, la interpretación de la Biblia, el papel de las autoridades eclesiásticas y las normas morales que rigen la vida de los fieles.

3.1.4. Marco legal

En Guatemala existen leyes, reglamentos y normativas que tienen como objetivo garantizar la protección del medio ambiente y la salud pública. Estas leyes y reglamentos establecen lineamientos para la clasificación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, además de promover prácticas de reducción, reutilización y reciclaje. También contemplan la creación de programas de educación ambiental y la obligación de municipios y empresas de servicios públicos de prestar servicios de recolección y disposición de residuos de manera adecuada.

La base legal en la que se fundamenta la propuesta es en el artículo 97 de la *Constitución Política de República de Guatemala*. Dicho artículo menciona el

medioambiente y equilibrio ecológico, establece que: “El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico”.⁴⁵ Bajo este artículo se justifica la obligación que se tiene con el medioambiente.

Cabe resaltar que, las leyes pueden sufrir modificaciones y actualizaciones, por lo que es fundamental mantenerse informado sobre las regulaciones vigentes a través de fuentes oficiales y consultar con expertos en derecho ambiental cuando sea necesario.

3.1.4.1. Constitución Política de República de Guatemala

La Constitución establece varios principios y disposiciones relacionados con el medioambiente, el derecho a la salud y las responsabilidades de los ciudadanos. Se tomarán en cuenta los artículos 1, 2, 64, 93, 97, 193 y 195.

3.1.4.2. Ley de protección y mejoramiento del ambiente 1986

Se busca cumplir con la mayoría de los objetivos específicos presentados en esta ley. Entre los cuales se busca formar un sistema de educación ambiental en la población para formar una conciencia ecológica.

3.1.4.3. Decreto 4-89, Ley de áreas protegidas.

“Artículo 3. Educación ambiental. Se considera factor fundamental para el logro de los objetivos de esta ley, la participación activa de todos los habitantes del país en esta empresa nacional, para lo cual es indispensable el desarrollo de programas educativos, formales e informales, que tiendan al reconocimiento, conservación y uso apropiado del patrimonio natural de Guatemala”.⁴⁶ Incentiva la educación y el cuidado del medio ambiente.

⁴⁵ Asamblea Nacional Constituyente. *Constitución Política de la República de Guatemala*. 1985. Consultado el 14 de septiembre del 2024, <https://cc.gob.gt/index.php/constitucion-politica/>

⁴⁶ Congreso de la República de Guatemala. *Decreto Numero 4-89, Ley de Areas Protegidas*. *Diario de Centro America* número 64, publicado el 10 de febrero de 1989. Acceso el 17 de abril de 2024, https://www.congreso.gob.gt/detalle_pdf/decretos/1575#gsc.tab=0

3.1.4.4. Decreto 90-97, Código de salud

Sección IV (Desechos Sólidos) Los artículos del 102 al 108: Tratan temas referentes al manejo y disposición de los desechos sólidos. Trata los siguientes temas:

- Responsabilidad de las Municipalidades y su correspondencia a la prestación de los servicios de limpieza o recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos de acuerdo con las leyes específicas de cada municipalidad.
- Disposición de los desechos sólidos.
- Lugares Inadecuados: Si el Ministerio de Salud comprobara que existen lugares en donde se estén depositando desechos sólidos sin llenar los requisitos de la presente ley, deberán ser trasladados a otros lugares que cumplan con los requisitos sanitarios.
- Sitios y Espacios Abiertos: Los propietarios o poseedores de predios, sitios o espacios abiertos en sectores urbanos y rurales, deberán cercarlos y mantenerlos libres de desechos sólidos, malezas y aguas estancadas.
- Desechos hospitalarios.
- Desechos sólidos de la industria y comercio
- Desechos sólidos de las empresas agropecuarias.⁴⁷

3.1.4.5. Decreto Número 7-2013, Ley marco de cambio climático

Tiene como objetivo establecer normas para prevenir, planificar y responder de manera coordinada y sostenida a los impactos del cambio climático en el país. Se enfoca en que el Estado, adopte prácticas que reduzcan la vulnerabilidad, mejoren las capacidades de adaptación y desarrollen propuestas de mitigación de los efectos del cambio climático causados por las emisiones de gases de efecto invernadero. La ley se basa en principios rectores como el de precaución, el de: "quien contamina paga y rehabilita", y el de participación. Además, establece la creación del Consejo Nacional de Cambio Climático como parte del marco institucional. En cuanto a medidas

⁴⁷ Congreso de la República de Guatemala. *Decreto Número 90-97, Código de Salud. Diario de Centro América número 71*, publicado el 07 de noviembre de 1997. Consultado el 04 de febrero del 2024, https://www.congreso.gob.gt/assets/uploads/info_legislativo/decretos/1997/gtdcx90-1997.pdf

concretas, la ley promueve la adopción de un *Plan Nacional de Energía* que fomente el uso de recursos naturales renovables, tecnologías para la eficiencia energética y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, así como la regulación de los mercados de carbono.

3.1.4.6. Acuerdo Gubernativo No. 281-2015, Política Nacional para la gestión integral de residuos y desechos sólidos

Este acuerdo tiene como objetivo principal establecer programas y líneas de acción para reducir eficazmente los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente, especialmente disminuyendo la cantidad y peligrosidad de los desechos sólidos que llegan a los lugares de disposición final. Esta política aborda todos los tipos de residuos sólidos y establece la necesidad de fortalecer el marco legal y normativo en función de las características como el origen, la composición o el nivel de peligrosidad de dichos residuos. Su enfoque integral busca contribuir al bienestar ambiental y la salud pública.

3.1.4.7. Acuerdo Gubernativo 164-2021, Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes

El Acuerdo es un reglamento emitido por el MARN que establece la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes en Guatemala. El reglamento tiene como objetivo regular la recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos y desechos sólidos en el país. Se tomará en cuenta el Capítulo III, sobre las normas sanitarias y ambientales, en la sección I detalla la clasificación, separación y almacenamiento de los residuos. En la Sección IV habla sobre la Recuperación y reciclaje de los residuos. El artículo 24 describe las “Normas para la construcción e instalación de plantas de recuperación de materiales”.⁴⁸

3.1.4.8. Plan de acción de basura marina para el pacífico nordeste 2022-2026

El Plan de Acción es una iniciativa conjunta que involucra a ocho países de la región, incluida Guatemala. Su propósito es impulsar la ejecución de políticas, estrategias, y medidas ambientales destinadas a lograr una gestión sostenible

⁴⁸ MARN. *Acuerdo Gubernativo 164-2021, Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes*. Segunda Edición. 2023. Acceso el 06 de noviembre de 2025, <https://www.marn.gob.gt/reglamento-164-2021/>

de los residuos marinos en el océano de la región del Pacífico Nordeste. El enfoque del plan es abordar el problema de los residuos marinos de manera efectiva y sostenible en el tiempo, mientras contribuye al crecimiento económico sostenible, al desarrollo social y al mejoramiento de la prosperidad local. Al mismo tiempo, se busca proteger y restaurar los ecosistemas, la biodiversidad y las áreas marinas de esta región.

3.2. Contexto económico

Bajo este subtítulo se analizan las condiciones económicas de la población dentro del área de influencia del proyecto. Este análisis abarca las principales fuentes de ingresos, los sectores productivos predominantes, y la manera en que los pobladores acceden a bienes y servicios esenciales.

3.2.1. Población económicamente activa -PEA-

De acuerdo al Censo Nacional 2018, la población económicamente activa del municipio de Patulul representa el 51 % de la población (13,547 hab.).

3.2.2. Principales actividades económicas

El municipio de Patulul, tiene una economía diversificada, pero con un predominio del sector agrícola. La mayor parte de sus ingresos provienen de la producción de cultivos comerciales como la caña de azúcar y el hule, que se exportan a otros mercados. Sin embargo, también hay una parte de la población que se dedica a la agricultura de subsistencia, es decir, a cultivar alimentos para su propio consumo, como el maíz y el frijol.

Principales Actividades Económicas	Productos	Actividades Secundarias que generan	Mercados
Agricultura 27.44 %	Caña de azúcar	Empleos de mano de obra no calificada	Nacional e internacionales
Agricultura 18.82 %	Pastos Mejorados	Empleos de mano de obra no calificada	Nacional e internacionales
Agricultura 9.13 %	Hule	Empleos de mano de obra no calificada	Nacional e internacionales
Agricultura 8.02 %	Café	Empleos de mano de obra no calificada	Nacional e internacionales
Ganado	Ganado	Empleos de mano de obra no calificada	Nacional e internacionales
Agricultura 4.02 %	Granos básicos	Empleos de mano de obra no calificada Empleos Tortillerías, molinos, comercio de los cultivos.	Local
Agricultura para fines comerciales	Maíz, mango tomy, plátano, ayote, chipilín	Empleos	Local y Nacional
Comercio Mayor y Menor = 13.52 %	Comercialización de granos básicos, frutas, lácteos, panadería, insumos básicos Piscicultura y miel Reventa de los productos	Empleos informales	Local
Otro tipo de Actividades – servicios = 5.70 %	Educación, banca, servicio público, hotelería, alimentación transporte	Academias, Librerías, inversiones, diagnostico en salud, turismo, suministros alimenticios	Local y departamental

Tabla 11. Motores económicos que determinan el potencial del municipio Patulul, Suchitepéquez.

Fuente: Plan de desarrollo Patulul, Suchitepéquez 2011-2025, Pág. 52 y 53

3.2.2.1. Sectores económicos

Para el estudio de las actividades económicas en el país, estas se clasifican según las áreas de producción y el tipo de proceso que se desarrolla en cada una para la generación de bienes y servicios. En la actualidad, tanto en Guatemala como en el municipio de Patulul, las actividades económicas se

agrupan en tres sectores básicos, de acuerdo con su ámbito de acción. Estos comprenden las operaciones relacionadas con la obtención, transformación y producción de bienes y servicios derivados de los recursos naturales.

En el contexto del desarrollo de los sectores económicos, resulta fundamental promover el uso eficiente de los recursos y fortalecer una relación equilibrada entre el ser humano y el medio ambiente, con el propósito de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para atender las propias. A continuación, se describen los tres sectores económicos básicos del municipio.

3.2.2.1.1. Sector primario

En esta región se llevan a cabo actividades relacionadas con la extracción de materias primas, como la agricultura y ganadería. El municipio pertenece a este sector económico debido a que la mayor parte de sus actividades económicas pertenecen a este sector.

3.2.2.1.2. Sector secundario

En Patulul, se encuentran pequeñas empresas o talleres dedicados a la transformación y fabricación de productos. Representando el 13.52 % de las actividades según el cuadro anteriormente presentado.

3.2.2.1.3. Sector terciario

En Patulul, hay una variedad de servicios que contribuyen al bienestar y la economía local, tales como: educación, salud, comercio y turismo. Equivale al 5.7 % de las actividades económicas del municipio.

3.2.2.2. Condiciones económicas de la población

La PEA en Patulul enfrenta desafíos significativos en su búsqueda de empleo. La mayoría de los habitantes se dedican a actividades agropecuarias e industriales, y la industria láctea es uno de los principales generadores de empleo en la región. Sin embargo, las oportunidades laborales son limitadas, lo que lleva a algunos residentes a migrar hacia municipios vecinos en busca de mejores perspectivas.

Dentro del municipio, muchos individuos trabajan de manera independiente, ya sea en negocios familiares o en la economía informal. La población se dedica principalmente a los sectores primario y secundario.

3.3. Contexto ambiental

Se analizan los aspectos ambientales del municipio de Patulul, Suchitepéquez, incluyendo el paisaje construido y el natural a una escala macro y micro. Analizando aspectos clave como el clima, la topografía, la vegetación, los riesgos y amenazas que influyen directamente en el proyecto.

3.3.1. Análisis macro

En este punto se presenta el análisis del entorno natural y construido del municipio de Patulul, con el fin de identificar y adaptar la propuesta a los elementos que condicionan el diseño urbano y arquitectónico, considerando, además, la cobertura del proyecto. En razón de lo anterior, se describe brevemente: el paisaje natural, el paisaje construido y la estructura urbana.

3.3.2. Paisaje natural

A continuación, se identifican los elementos del entorno natural que inciden en la propuesta de diseño, tanto en su aspecto urbano, como arquitectónico.

Zonas de vida

El país cuenta con 14 zonas de vida. Cada zona de vida está representada por una nomenclatura que indica la formación vegetal que la conforma (Bosque-Monte), la humedad y temperatura del área (Seco-Húmedo-Muy Húmedo-Pluvial) y la faja altitudinal en la que está presente (Montano-Montano bajo), cuando no aparece referencia a la faja, significa que la zona de vida se encuentra en el piso bajo o basal, ejemplo de ello es la zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido).⁴⁹

En el municipio de Patulul se pueden identificar 4 zonas predominantes:

⁴⁹ IGN. *Zonas de vida*. 29 de octubre del 2023. Consultado el 14 de agosto de 2024, http://www.ign.gob.gt/geoportal/metadatos_tematicos/zonas_de_vida.html

1. Código de la zona de vida

bh-MBT

Nombre	Bosque húmedo montano bajo tropical
Piso altitudinal	Montano bajo
Provincia de humedad	Húmedo
Extensión de la zona de vida en el municipio (ha)	366,60
Extensión de la zona de vida en el municipio (%)	1,08

2. Código de la zona de vida

bmh-PMT

Nombre	Bosque muy húmedo premontano tropical
Piso altitudinal	Premontano
Provincia de humedad	Muy Húmedo
Extensión de la zona de vida en el municipio (ha)	3.933,91
Extensión de la zona de vida en el municipio (%)	11,61

3. Código de la zona de vida

bmh-T

Nombre	Bosque muy húmedo tropical
Piso altitudinal	Basal
Provincia de humedad	Muy Húmedo
Extensión de la zona de vida en el municipio (ha)	10.348,42
Extensión de la zona de vida en el municipio (%)	30,55

4. Código de la zona de vida	bh-T
Nombre	Bosque húmedo tropical
Piso altitudinal	Basal
Provincia de humedad	Húmedo
Extensión de la zona de vida en el municipio (ha)	19.145,34
Extensión de la zona de vida en el municipio (%)	56,52

Tabla 12. Clasificación zonas de vida en el municipio de Patulul, Suchitepéquez.

Fuente: Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección UIE y el Iarna, con el apoyo del Incyt.

La zona en la que se trabajará perteneciente al casco municipal de Patulul, Suchitepéquez es la *No. 3 Bosque muy húmedo tropical (bmh-T)* que equivale al 30 % de la extensión del municipio. Esta zona también pertenece a la ecorregión de Bosques húmedos de la Sierra Madre de Chiapas.

La **zona bmh-T** se caracteriza por tener una altitud máxima de 1,003 m.s.n.m., biotemperatura mínima 24°C y máxima 26.7°C y una precipitación mínima de 2,793 y máxima de 4,706 mm.

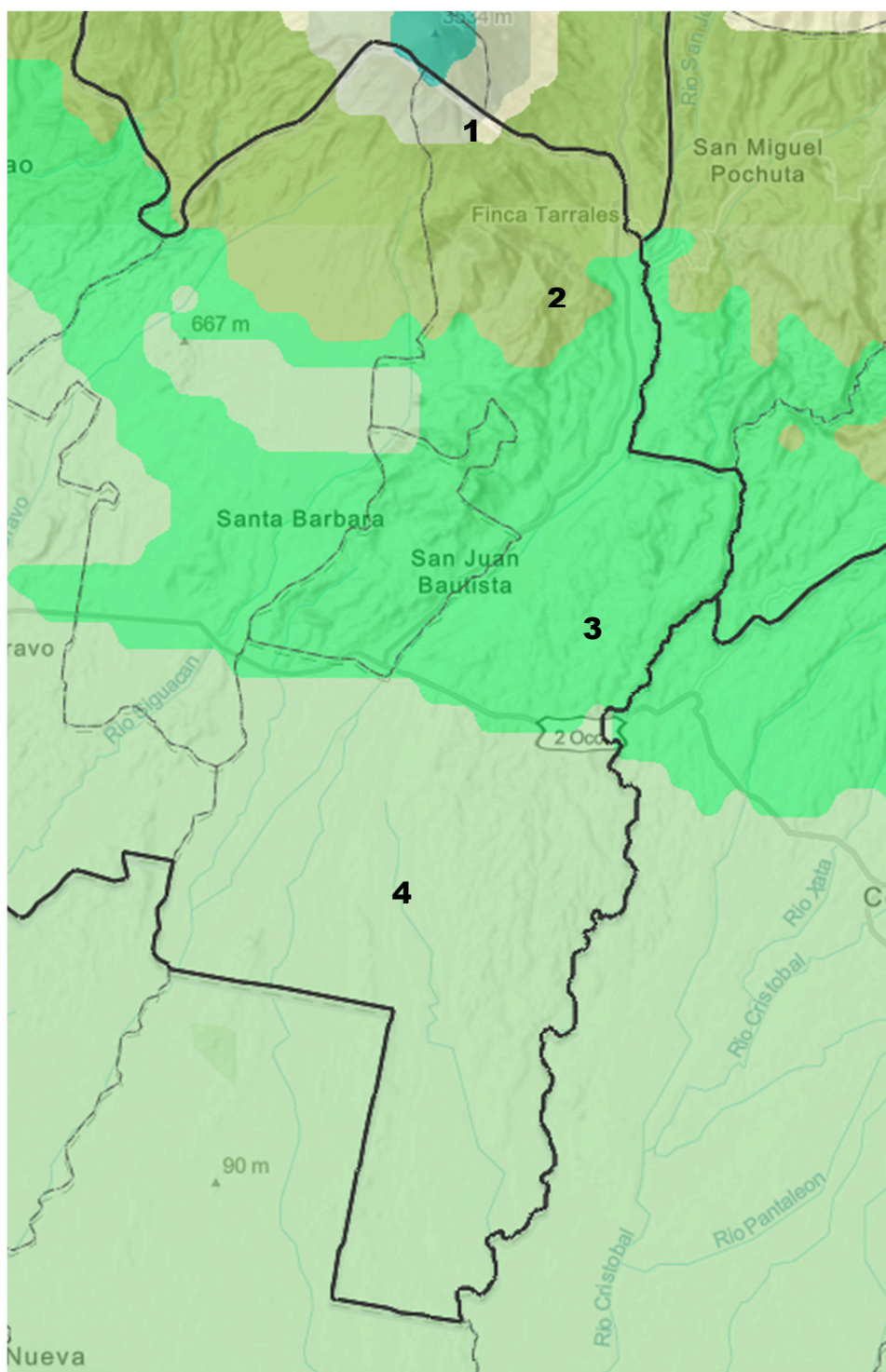


Figura 47. Ecosistemas de Patulul basado en las zonas de vida

Fuente: URL; Sistema de Información Estratégica.⁵⁰

⁵⁰ URL; Sistema de Información Estratégica. *Mapa de Ecosistemas de Guatemala. Basado en el sistema de proporción de las zonas de vida, Patulul, Suchitepéquez*. 12 de marzo del 2025, <https://sie.url.edu.gt/mapa-de-ecosistemas-pc-2023/>

3.3.2.1. Clima

En Patulul, el clima se caracteriza por una temporada de lluvias opresiva y nublada, mientras que la temporada seca es húmeda y mayormente despejada. Las temperaturas son muy altas durante todo el año. La variación de temperatura a lo largo del año oscila típicamente entre los 17 °C y los 33 °C, siendo poco común que descienda por debajo de los 15 °C o supere los 35 °C.⁵¹

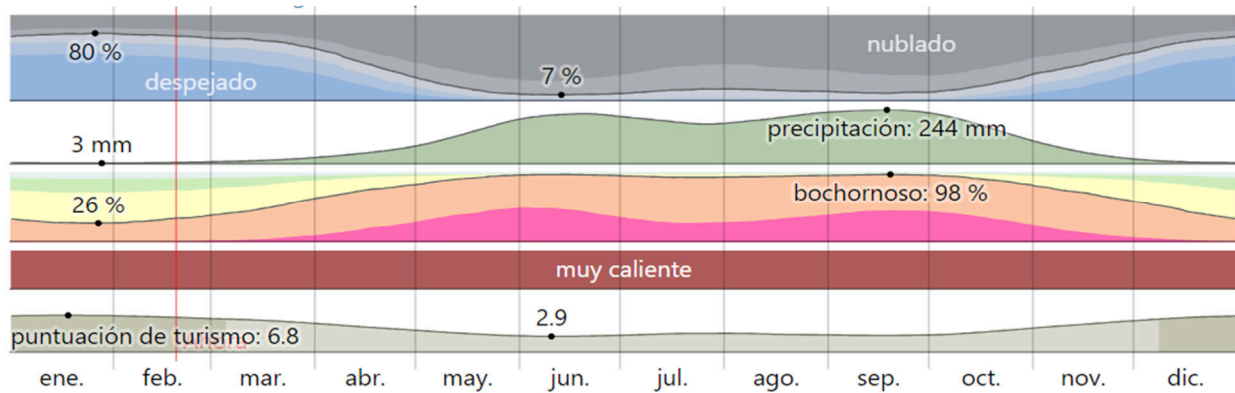


Figura 48. Clima en Patulul, Suchitepéquez

Fuente: WeatherSpark.com (2023)

3.3.2.2. Topografía

En un radio de 3 kilómetros alrededor de Patulul, la topografía presenta variaciones significativas de altitud, con un cambio máximo de 365 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 347 metros. En un radio de 16 kilómetros, estas variaciones de altitud son aún más pronunciadas, alcanzando hasta 2,052 metros. Ampliando el radio a 80 kilómetros, las variaciones de altitud continúan siendo extremas, llegando hasta 3,979 metros.

⁵¹ Weather Spark. *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Patulul*. Consultado el 19 de febrero de 2024, <https://es.weatherspark.com/y/11189/Clima-promedio-en-Patulul-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Clouds>

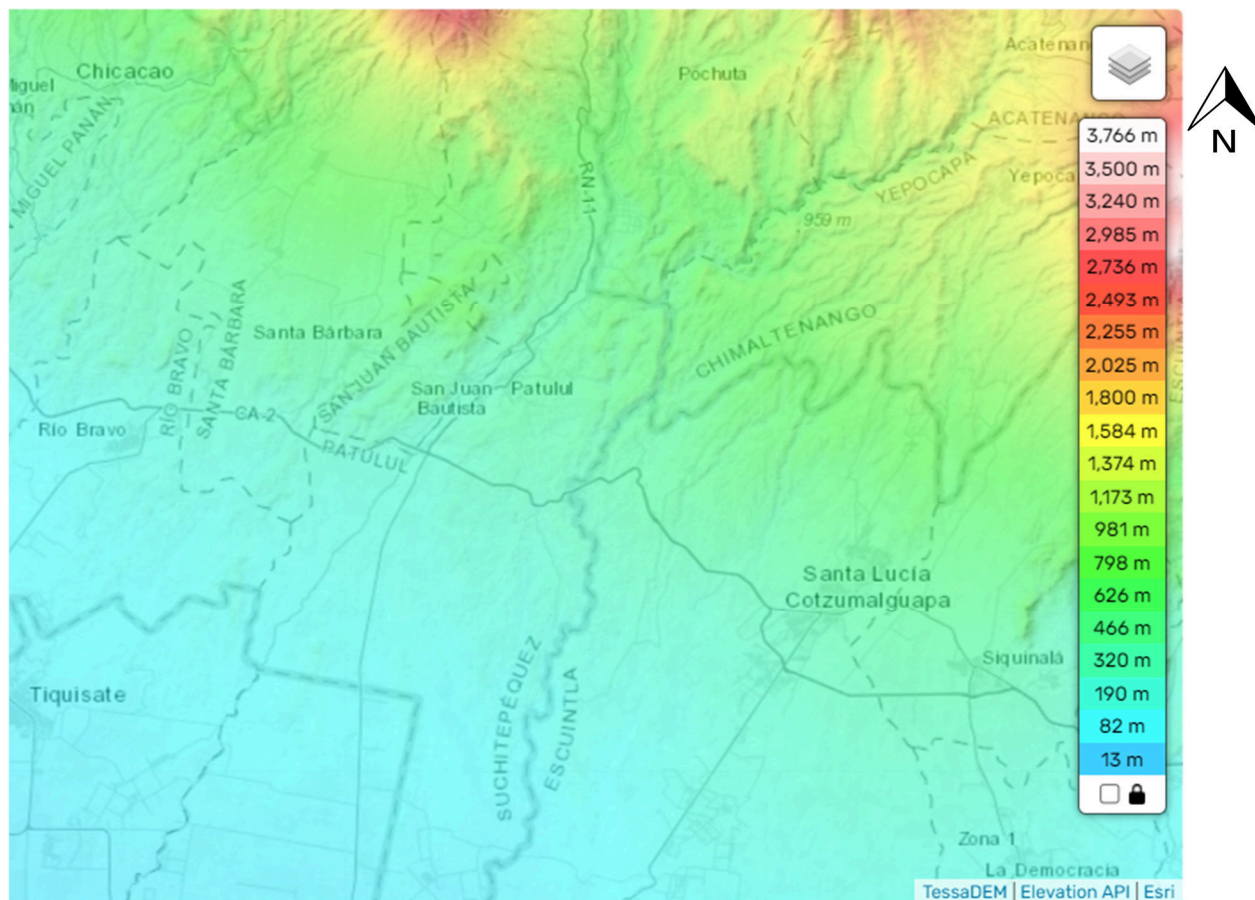


Figura 49. Mapa topográfico de Patulul, Suchitepéquez

Fuente: Topographic-map (2023)⁵²

En cuanto a la cobertura del terreno, en un radio de 3 kilómetros alrededor de Patulul, predominan los árboles (38 %), seguidos de praderas (31 %) y tierras de cultivo (29 %). A medida que se amplía el radio, la cobertura arbórea aumenta, alcanzando el 45 % en un radio de 16 kilómetros y disminuyendo nuevamente al 31 % en un radio de 80 kilómetros. Las tierras de cultivo mantienen una presencia constante, mientras que las praderas varían ligeramente en proporción.⁵³

⁵² Topographic-map. *Mapa topográfico Patulul*. 2023. Consultado el 15 de mayo del 2024, <https://es-es.topographic-map.com/map-18czrr/Patulul/>

⁵³ Weather Spark. *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Patulul*.

3.3.2.3. Fauna

La fauna en el área abarca una variedad de animales silvestres, sin embargo, muchas de estas especies han experimentado una disminución en su población debido a la destrucción de su hábitat natural, la expansión urbana hacia áreas boscosas y la cacería indiscriminada por parte de los habitantes locales.

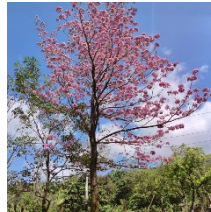
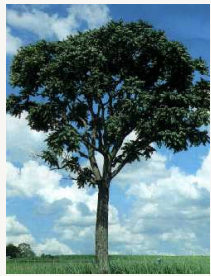
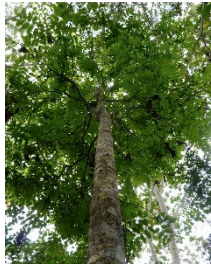
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	TIPO	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
Mapache	<i>Procyon lotor Linnaeus.</i>	Mamífero	Tiene un tamaño mediano y puede llegar a medir entre 40 cm y 55 cm de alto. Es un animal de bosque, especialmente cerca de ríos, aunque ha aprendido a vivir también en áreas habitadas.	
Tacuacín	<i>Didelphis marsupialis Linnaeus.</i>	Mamífero	Alcanza entre 30 cm y 50 cm de longitud y pesa entre 2 y 5 kilos. La cola carece de pelaje. Puede llegar a vivir hasta 8 años y su hábitat se encuentra en las selvas tropicales.	
Loro de nuca amarilla	<i>Amazona auropalliata Lesson.</i>	Ave	Es un loro de 35.5 cm - 38 cm de largo que pesa alrededor de 480 g. Se distingue por su frente amarilla, el resto de su plumaje es de color verde vivo. Se encuentra en peligro crítico de extinción.	
Armadillos	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Mamífero	Mide 50-60 cm aproximadamente y pesa entre 4-8 kg. Su coloración es negruzca con partes blancas y beige. En este mamífero acorazado. Carece de piel, por lo que no resiste temperaturas bajas, por ello prefiere temperaturas cálidas.	
Sapo gigante	<i>Rhinella horribilis Wiegmann.</i>	Anfibio	Es de tamaño grande, es nocturna y terrestre, generalmente habita en áreas abiertas, naturales o artificiales incluyendo zonas agrícolas, potreros, jardines, caminos y	

			carreteras, en el borde de ríos, riachuelos o canales.	
Venado	<i>Odocoileus virginianus Zimmermann</i>	Mamífero	Es una especie terrestre, crepuscular y rumiante. Consume plantas selectivamente. Se considera que prefiere arbustos y árboles, también puede consumir semillas y frutos. Especie de tamaño grande.	
Culebra cordelilla chata	<i>Imantodes cenchoa Linnaeus.</i>	Reptil	serpiente esbelta de unos 60-80 cm de longitud. Su piel, cubierta de escamas lisas y brillantes, está formada por bandas anchas de color marrón rojizo que contrastan con otras más estrechas de color crema.	
Murciélago Acampador Pálido	<i>Uroderma magnirostrum</i>	Mamífero	Es una especie de mediano tamaño. Hocico corto y ancho. Incisivos superiores bilobados y los centrales ligeramente más largos que los externos. La hoja nasal es grande, carnosa y en forma de punta de lanza. Las orejas son cortas y triangulares.	
Mazacuata	<i>Boa Imperator Daudin.</i>	Reptil	La longitud promedio de estas serpientes es de 2 a 3 m. Cuerpo gris, con una serie de marcas dorsales angulares y anchas en forma de silla. Es una especie crepuscular o nocturna, la cual se alimenta principalmente de mamíferos, aves, lagartijas y anfibios.	

Tabla 13. Especies animales comunes en el Depto. de Suchitepéquez.
Elaboración propia con base en *INaturalistMX*, *BIOWEB*.

3.3.2.4. Flora

En cuanto a la flora, el municipio cuenta con una amplia variedad de especies. Entre los árboles de madera, también hay una presencia significativa de árboles frutales y otras especies con diversos usos.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	TIPO	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
Palo Blanco	<i>Roseodendron donnell-smithii</i> (Rose) Miranda	Árbol	Árbol decíduo de 20 a 35 metros de altura y hasta 100 cm de diámetro, con tronco recto y copa alargada. Sus flores amarillas, de 2 a 2.5 cm de ancho, se agrupan en panículas de hasta 35 cm al final de las ramillas.	
Matilisguate	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Árbol	Mide hasta 30 metros de altura. Corteza grisácea. Las flores son grandes, vistosas y pueden variar de intensidad de color rosado. Durable, tiene muy buena resistencia al ataque de insectos.	
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Árbol	Árbol caducifolio de 25-30 metros de altura y hasta 0.6-2 metros de diámetro. Tronco recto y cilíndrico, con raíces superficiales o profundas según el suelo. Copa amplia, follaje ralo, y flores blancas en panículas de 20-40 cm al final de las ramas.	
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Árbol	Árbol no decíduo, de 30 a 45 metros de altura y diámetro a la altura del pecho de 1.5 metros. Fuste largo y recto, cilíndrico, libre de ramas en los primeros 12-18 m. La copa, abierta y redonda, con denso follaje, y puede alcanzar hasta 20 m de diámetro.	
Jocote	<i>Spondias purpurea</i> L.	Árbol	Árbol de 10 a 25 m de alto. Flores diminutas (5 mm), de color rosado pálido, dispuestas en panículas. Florece de febrero a abril. Se siembra para conformar cercos vivos y como árbol frutal a diversas alturas. Necesita bastante luz..	
Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	Árbol	Árbol de hasta 20 metros de altura. Diámetro a la altura del pecho de 30-60 cm, con tronco	

erecto o torcido. Flores diminutas (menos de 1 cm). Florece en enero y febrero, y fructifica en junio y julio.

Clavel	<i>Dianthus caryophyllus</i> L.	Arbusto	La planta perenne de base leñosa alcanza una altura entre los 45 y los 60 cm. La floración se produce durante casi todo el año. Normalmente son flores de fuerte fragancia. Requiere riego regular, pero evitando el encharcamiento.	
Buganvillea	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy.	Arbusto	Es un arbusto perenne, espinoso, ramoso, de crecimiento rápido, puede alcanzar 10 m. También se les considera como un grupo de enredaderas o plantas leñosas con flores. Necesita mucho sol.	
Geranio	<i>Pelargonium hortorum</i> L. H.	Hierba	Las plantas pueden llegar a medir de 40 a 60 cm de alto. Los tallos son verdes, succulentos. Las flores están dispuestas en cabezuelas. Sus colores son intensos y pueden encontrarse blancas, rojos, rosados.	
Crisantemo	<i>Chrysanthemum</i> L.	Hierba	Alcanzan un tamaño de hasta 1,5 m de alto. Los tallos son erectos o patentes, frondosos. Es un gran consumidor de agua y de nutrientes.	
Gusnay	<i>Spathiphyllum phrynifolium</i> Schott	Hierba	Hierbas de hasta 1.3 m de alto. Se usa como alimento y ornamento también limpia el aire de muchos contaminantes. Crece en estado silvestre.	
Palmilla	<i>Carludovica palmata</i> Ruiz & Pav.	Hierba	Hierba, hasta 3 m de altura, parecida a una palma, sin un tallo visible. Crece en forma silvestre.	

Pacaya	<i>Chamaedorea tepejilote</i> <i>Liebm. ex Mart.</i>	Hierba	Palma, 1-7 m de altura, los tallos solitarios o agregados. Hojas compuestas, alternas, agrupadas al final del tallo, de aproximadamente 1.5 m de largo.	
Hierba mora	<i>Solanum nigrum</i> L.	Hierba	Hierba de 20 a 80cm de altura, de tallos con pelos suaves. Hierba silvestre, crece en terrenos de cultivo abandonados, a orilla de caminos y arroyos. Uso alimenticio y medicinal.	
Chipilín	<i>Crotalaria longirostrata</i> <i>Hook. & Arn.</i>	Hierba	Tallos hasta 60.0 cm alto. Silvestre y cultivada. En algunos casos la parte que se consume se recolecta de los arbustos que crecen en el bosque. Se adapta bien a áreas perturbadas.	
Cushín	<i>Inga spp.</i> L.	Árbol	Árboles perennifolios o caducifolios, que alcanzan hasta 20 m de altura, con copa expandida de 8 a 10 m o más. Ampliamente son usadas en sistemas de fincas, como árboles de sombra.	
Rosa China	<i>Rosa chinensis</i> <i>Jacq.</i>	Arbusto	Arbustos de hasta 2 m de alto, tallos glabros, aguijones escasos y ganchudos. Flores de 1 a 3, blancas, amarillas, rosas, rojas o color salmón, de 5 a 7.5 cm o más de diámetro, muy fragantes; sépalos caudados y enteros.	

Tabla 14. Flora común en el Depto. de Suchitepéquez.

Elaboración propia con base en la información del INAB, ICTA y *Arboretum* de la UFM.

3.3.2.5. Usos del suelo

La mayor ocupación del suelo del municipio es por agricultura que ocupa más de la mitad del territorio. Le siguen los matorrales y bosques. Los centros poblados e industriales representan el menor porcentaje.

Municipio	Leyenda	Area (ha)	Area (%)
PATULUL	Total Patulul	33,913.94	100.0000
	1 Infraestructura	172.77	0.4991
	1.1 Construcciones		
	1.1.1 Centros poblados	168.77	0.4873
	1.3 Industria		
	1.3.2 Complejo industrial	4.00	0.0118
	2 Agricultura	23,316.49	68.7623
	2.1 Agricultura anual		
	2.1.1 Granos básicos	1,377.70	4.0719
	2.2 Agricultura perenne		
	2.2.1 Café	2,723.03	8.0292
	2.2.5 Hule	3,098.87	9.1375
	2.2.7 Cítricos	1.31	0.0039
	2.2.11 Mango	59.70	0.1760
	2.3 Agricultura semiperenne		
	2.3.1 Caña de azúcar	9,306.82	27.4425
	2.3.3 Piña	365.92	1.0789
	2.5 Pastos mejorados		
	2.5.1 Pastos cultivados	6,383.15	18.8223
	3 Arbustos - matorrales	5,632.57	16.6084
	3.1 Pastos naturales y arbustos		
	3.1.1 Pastos naturales y/o yerbazales	4,385.25	12.9305
	3.1.2 Arbustos - matorrales	1,247.32	3.6779
	4 Bosque natural	4,477.39	13.2022
	4.1 Bosque latifoliado	4,477.39	13.2022
	5 Cuerpos de agua	302.91	0.8932
	5.1 Río	302.91	0.8932
	7 Zonas áridas y mineras	11.81	0.0348
	7.2 Arena y/o material piroclástico	11.81	0.0348

Figura 50. Cobertura vegetal y uso de la tierra

Fuente: MAGA; SIEAGRO.

El uso del suelo del casco urbano es predominantemente de vivienda, en los últimos años se ha expandido este uso con la aparición de residenciales que están siendo urbanizadas. El segundo uso predominante es el comercial, principalmente sobre la RN-11, comercios variados desde tiendas de barrio a pequeñas plazas comerciales. Muchas viviendas aprovechan la cercanía a las calles principales y colocan pequeños comercios, dando como resultado un uso mixto de vivienda y comercio.

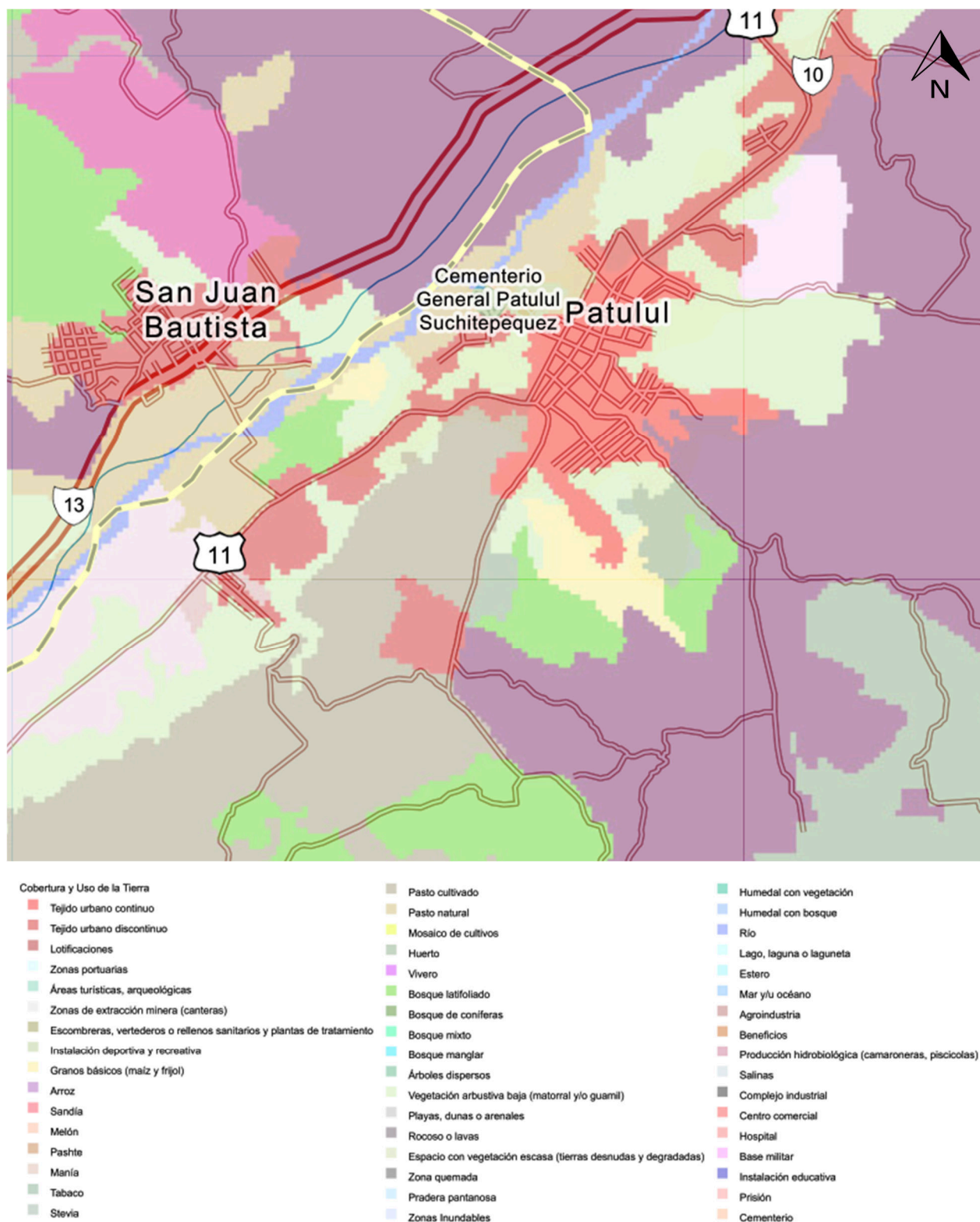


Figura 51. Uso de suelo de Patulul Suchitepéquez

Fuente: MAGA; SIEAGRO

3.3.2.6. *Análisis de riesgos*

Según el análisis realizado en el *PDD 2011-2025*, están realizados desde la percepción de la población con respecto a la probabilidad del peligro identificado. Así también el análisis de vulnerabilidad dentro del área geográfica.

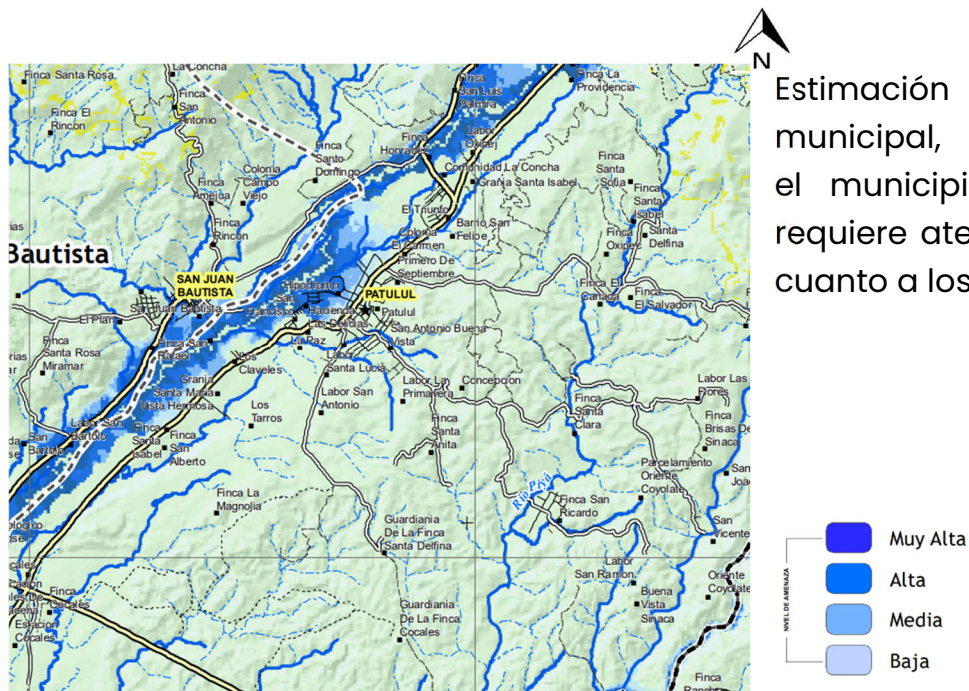
Amenazas

En el departamento de Suchitepéquez se presenta un nivel de amenaza muy alta. Las principales amenazas son:

- Socionaturales: incluyen la pérdida de bosques y la disminución de los niveles de agua subterránea y fuentes de agua.
- Antrópicas: abarcan la contaminación generada por residuos sólidos (basura), desechos líquidos (aguas residuales), que contribuyen al aumento de enfermedades y plagas. También se incluye la contaminación resultante de la quema de caña durante la zafra.
- Hidrometeorológicas: inundaciones y crecidas de ríos.
- Geológicas: como deslizamientos de tierra y derrumbes, que pueden interrumpir las actividades productivas en la región, además de los terremotos.
- El cambio climático es una amenaza fuerte que afecta el municipio, debido a su ubicación geográfica y condiciones climáticas tropicales. Esto incrementa la posibilidad de tormentas, inundaciones, sequías y deslizamientos de tierra, afectando tanto la agricultura como la infraestructura del área.

Vulnerabilidad

En el departamento se presenta un nivel de vulnerabilidad crítica. La voluntad política es casi nula en intervenir e invertir en planes, programas y proyectos que reduzcan los riesgos. El sector educativo carece de programas educativos que fomenten la cultura de gestión de riesgos, muchas de las viviendas son de baja calidad y la población es poco organizada y preparada para hacerle frente a las amenazas.



Estimación de riesgo a nivel municipal, afortunadamente, el municipio de Patulul no requiere atención especial en cuanto a los riesgos.⁵⁴

Figura 52. Amenaza por inundaciones en el casco urbano Patulul, Fuente: CONRED

3.3.2.7. Paisaje construido

El paisaje construido de Patulul, Suchitepéquez, refleja la historia, cultura y desarrollo urbano del municipio a través de sus diversas construcciones, desde las tradicionales, hasta las modernas infraestructuras.

3.3.2.7.1. Tipologías y tecnologías constructivas

La mayoría de las construcciones en el municipio parecen improvisadas por los lugareños, sin seguir algún orden arquitectónico. La forma de construir es la tradicional con mampostería (block).⁵⁵ Algunas personas construyen con lámina incluyendo los cerramientos, principalmente en las aldeas, algunas viviendas aún están hechas de madera o bambú.

⁵⁴ Consejo Departamental de Desarrollo del Departamento de Suchitepéquez. *Plan de desarrollo departamental*. Guatemala: SEGEPLAN, 2011. Consultado el 04 de febrero del 2024, https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/05/1000_PDD_SUCHITEPEQUEZ.pdf

⁵⁵ INE. *Resultados del Censo 2018. Características generales de viviendas particulares por material predominante en: Pared y Techo, Patulul Suchitepéquez*. Consultado el 6 de agosto de 2024, <https://censo2018.ine.gob.gt/graficas>



Figura 53. Viviendas del casco urbano Patulul, Suchitepéquez
Foto propia (marzo 2024).

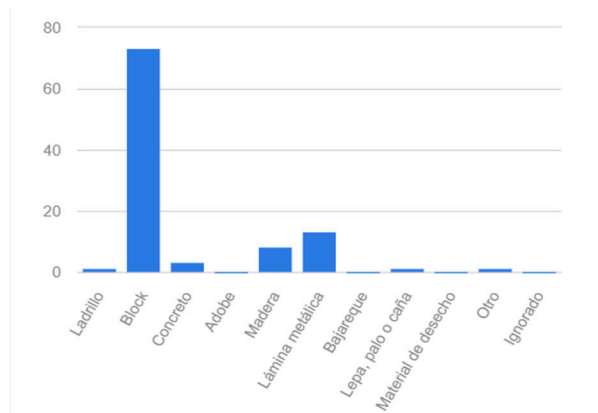


Figura 54. Material predominante en paredes exteriores. Municipio de Patulul, Suchitepéquez
Fuente INE, 2018. *XII Censo Nacional de la Población y VII de vivienda*

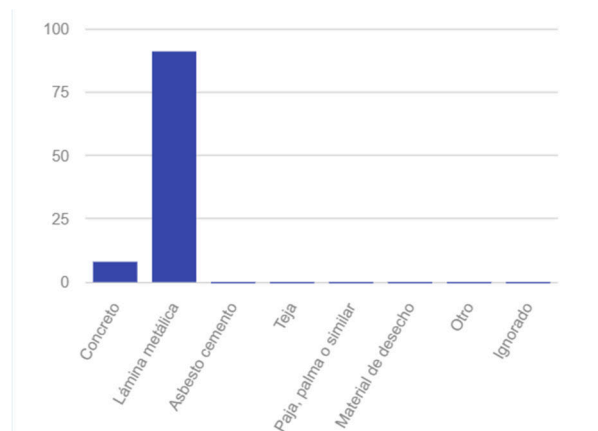


Figura 55. Material predominante en el techo. Municipio de Patulul, Suchitepéquez
Fuente INE, 2018. *XII Censo Nacional de la Población y VII de vivienda*

3.3.2.7.2. *Imagen urbana*

Patulul es la cabecera municipal del municipio, es un área de bastante afluencia, debido a que atraviesa un paso importante la carretera que se dirige a Sololá. Aquí se sitúa el mercado municipal, el parque y la Alcaldía municipal.

Sendas: son los conductos que sigue el observador normalmente, ocasionalmente o potencialmente. Se distinguen 2 sendas principales, la carretera RN-11 la cual es la más transitada. La 1era Av. Por la cercanía al mercado y a la terminal de buses también es un camino transitado.

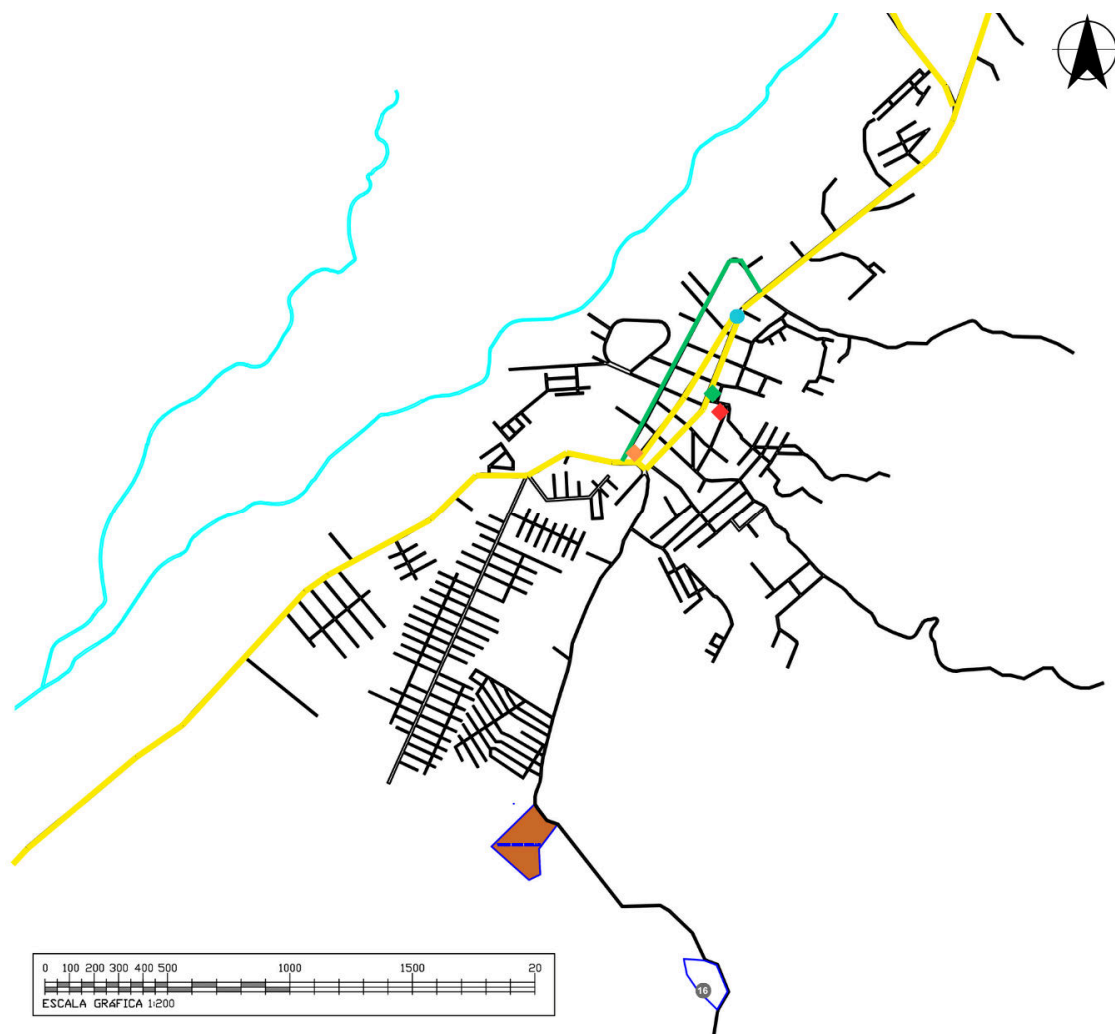
Bordes: son elementos lineales que el ciudadano no usa o considera sendas, es la ruptura lineal de la estructura. El casco urbano de Patulul, Suchitepéquez se delimita por el río Madre Vieja y el área verde no urbanizada.

Nodos: son los puntos estratégicos de una ciudad a los que puede ingresar el ciudadano, y constituyen los focos intensivos de los que parte o a los que se encamina. El mayor punto de identificación es el parque central, este constituye un punto de reunión para las personas.

Mojones: son puntos de referencia exteriores, en los cuales el ciudadano no ingresa, se refiere a objetos físicos definidos con claridad. Un ejemplo claro es el monumento a la Madre.

Barrios: son las secciones de la ciudad identificables fácilmente, en los que el ciudadano puede penetrar fácilmente. El casco urbano municipal se compone de distintos barrios, colonias y comunidades. Las más destacadas son: Pueblo Nuevo, La Esperanza, El Calvario y la más reciente Lotificación Monte Miel.

Elementos urbanos de Patulul, Suchitepéquez



S I M B O L O G Í A

NODOS

- ◆ CONCENTRACIÓN DE COMERCIO
- ◆ ÁREA RESIDENCIAL CONSOLIDADA
- ◆ ÁREA DE USO MIXTO (VIVIENDA Y COMERCIO)

HITOS

- CONCENTRACIÓN INDUSTRIAL

SENDAS

- CARRETERA RN-11
- 1ERA AV.

- TERRENO

BORDES

- RÍO MADRE VIEJA

Figura 56. Elementos urbanos Patulul, Suchitepéquez
Elaboración propia

Barrios de Patulul, Suchitepéquez

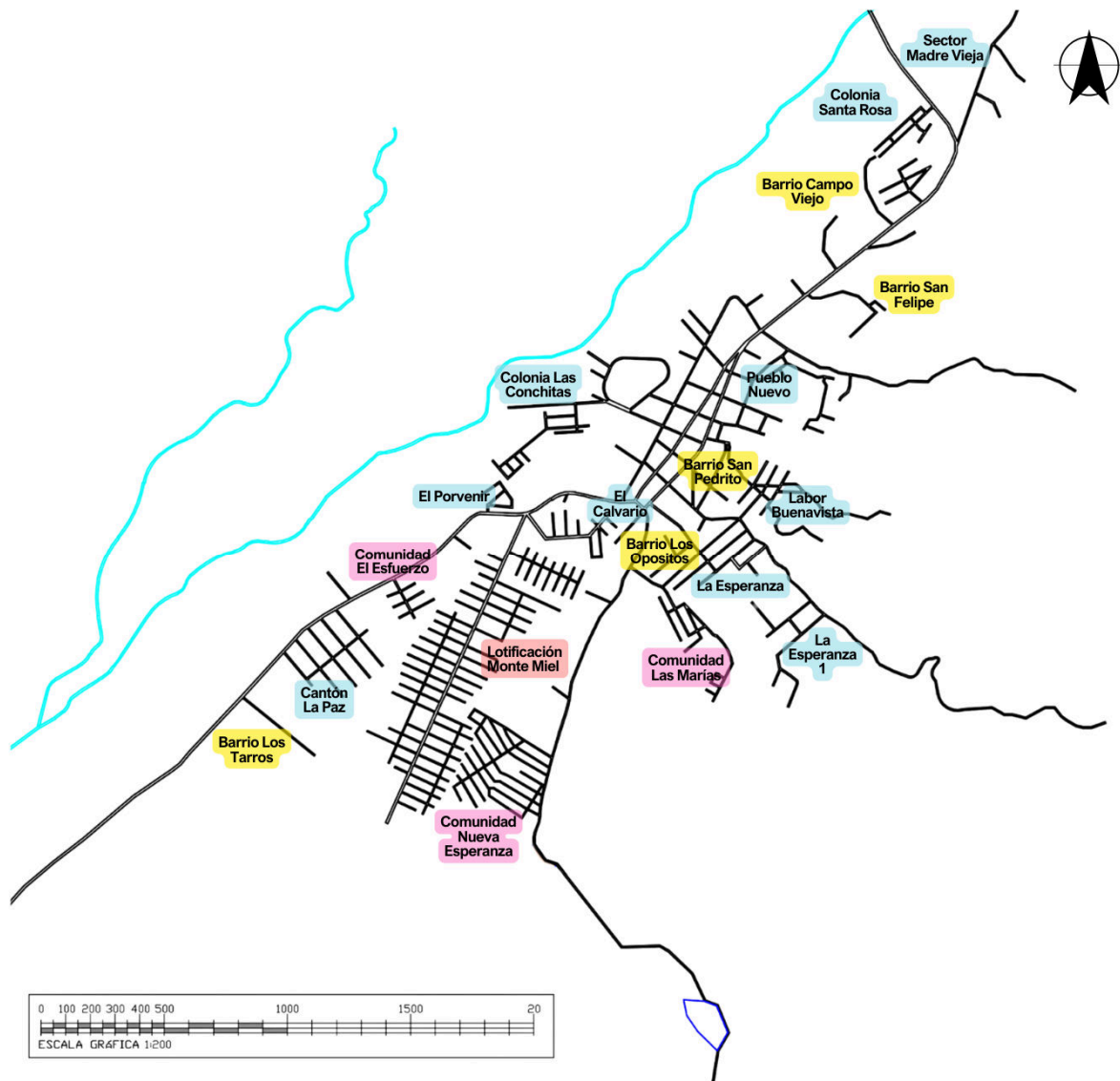


Figura 57. Barrios Patulul, Suchitepéquez
Elaboración propia con base a en la información del PDM-OT.

3.3.2.7.3. Equipamiento

En el caso urbano de Patulul, se puede identificar los siguientes equipamientos: educativo, salud, comercial, administrativo, cultural y recreacional-deportivo.

3.3.2.7.4. Servicios

En el 2021, Patulul implementó la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento, para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes. Se cuenta con el recurso hídrico en el casco urbano de Patulul, Suchitepéquez. También hay servicio de alumbrado público, pocas personas tienen acceso a internet

3.3.2.8. Estructura urbana

En este punto se analiza la organización del espacio urbano de Patulul, con el propósito de comprender la relación del proyecto arquitectónico con el espacio urbano y su inserción dentro del mismo. Se analizan tres aspectos: traza urbana, uso del suelo urbano y red vial.

3.3.2.8.1. Traza urbana

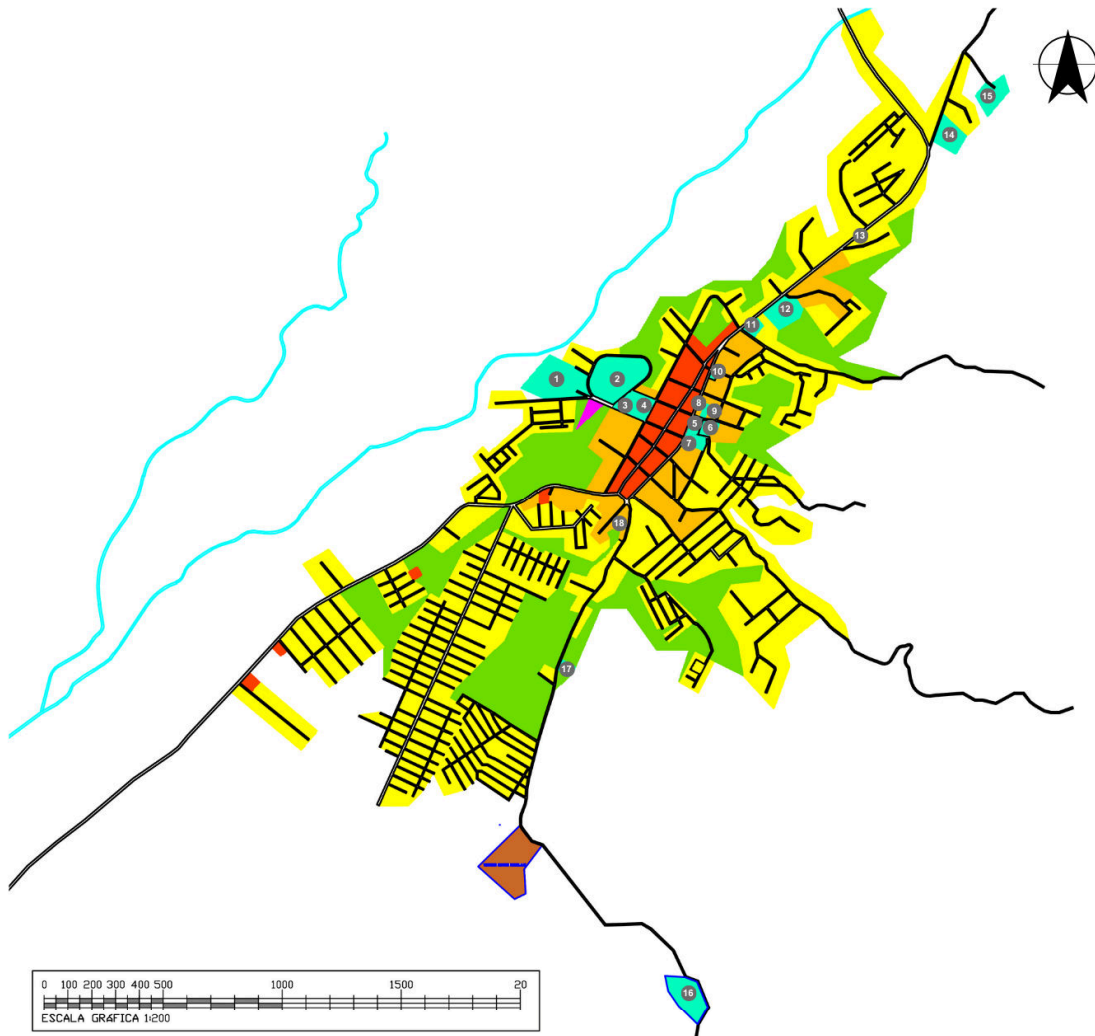
En el casco urbano de Patulul, Suchitepéquez se puede observar un crecimiento desordenado. Su traza urbana tiene una forma desordenada o de plato roto, lo que puede dificultar la orientación del tránsito. En algunas zonas si utilizan formas rectangulares.



Figura 58. Traza urbana Patulul, Suchitepéquez

Fuente: PDM-OT, 2019-2032..

3.3.2.8.2. *Uso del suelo urbano*



S I M B O L O G Í A

■ CONCENTRACIÓN DE COMERCIO

■ ÁREA RESIDENCIAL CONSOLIDADA

■ ÁREA DE USO MIXTO (VIVIENDA Y COMERCIO)

■ CONCENTRACIÓN INDUSTRIAL

■ ÁREA VERDE

● TERRENO

■ EQUIPAMIENTO URBANO

1 Cementerio

2 Estadio José Ruben Orizabal

3 Salón Municipal

4 Terminal de Buses

5 Parque Central

6 Iglesia Católica

7 Cancha Municipal

8 Centro de Salud CAP

9 Colegio

10 Banco

11 Gasolinera

12 IGSS

13 Ministerio Público

14 Liceo Técnico Escuintleco

15 Piscinas Oxipec

16 Basurero Municipal

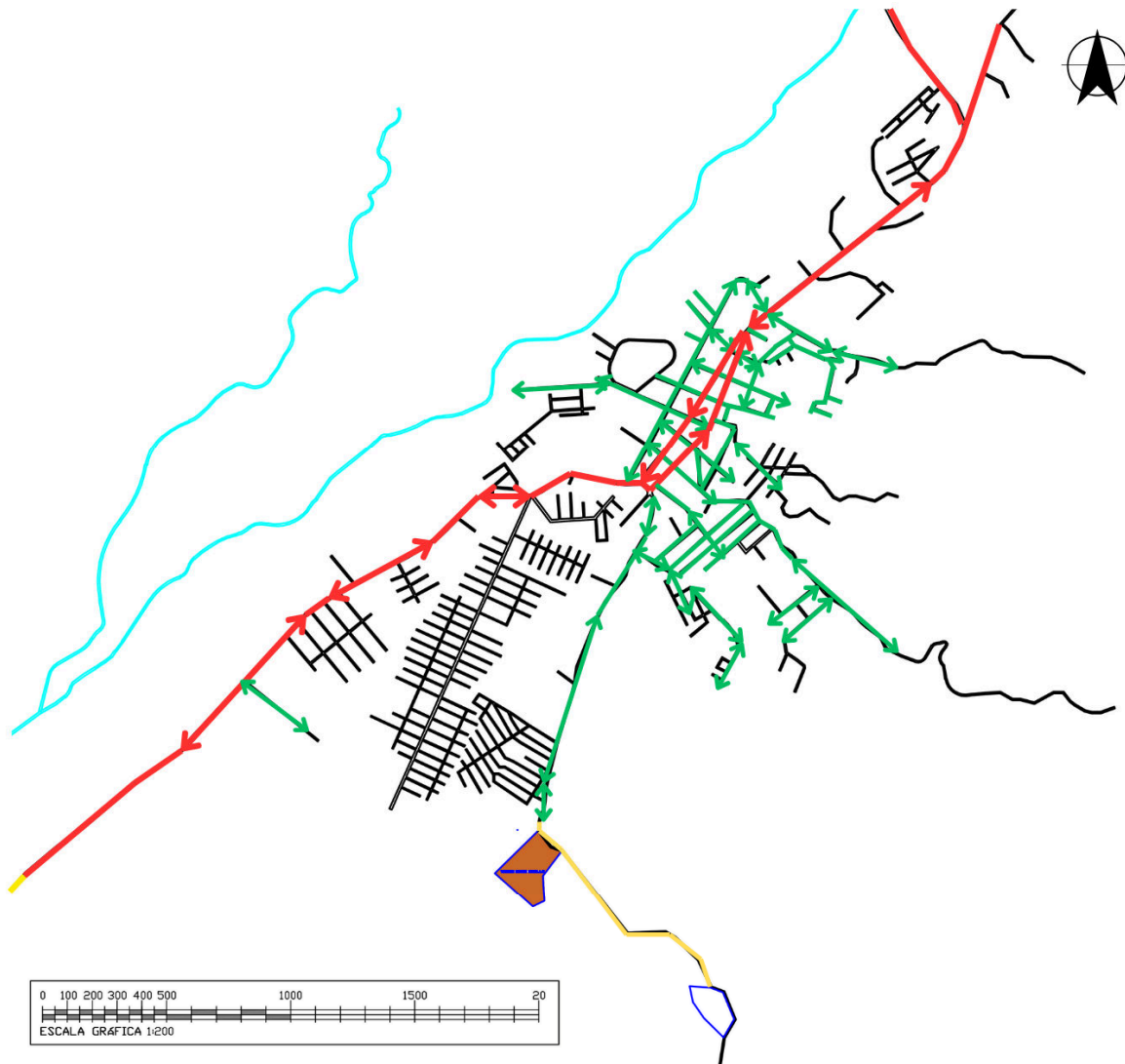
17 Iglesia de Jesucristo Palabra

18 Colegio Mixto Nuevo Amanecer (Cemina)

Figura 59. Usos del suelo urbano Patulul, Suchitepéquez
Elaboración propia

3.3.2.8.3. Red vial

Se cuenta con accesos en buen estado, la carretera RN-11 atraviesa el casco urbano. Las calles secundarias son angostas y en la mayoría solo hay paso para 1 vehículo.



S I M B O L O G Í A

VÍAS

VÍA PRINCIPAL

VÍA SECUNDARIA

VÍA TERCIARIA

TERRACERÍA

TERRENO

Figura 60. Red vial Patulul, Suchitepéquez

Fuente: Google Maps

3.3.3. Selección del terreno

Tras un profundo análisis al lugar y una revisión de las normativas vigentes, se estableció que el terreno ideal debe cumplir con características clave para asegurar que las operaciones del centro se lleven a cabo de manera eficiente.

En primer lugar, es esencial que el terreno sea lo suficientemente amplio para albergar, no solo las instalaciones del centro, sino también áreas verdes que contribuyan a la creación de un entorno agradable y funcional. Estas áreas verdes jugarán un papel crucial en la mitigación de cualquier impacto ambiental potencial, además de proporcionar espacios que podrían utilizarse para actividades educativas y comunitarias al aire libre.

El acceso al terreno es otro factor crítico. Debe ser fácilmente accesible, tanto para los vehículos que transportan los residuos, como para las personas que participarán en las actividades de educación ambiental. Este acceso debe facilitar la entrada y salida eficiente de materiales y personas sin causar congestión ni perturbar las actividades cotidianas de la comunidad local. La proximidad al vertedero es vital para minimizar los tiempos y costos de transporte de residuos no reciclables, garantizando una gestión de residuos efectiva y eficiente. Esto no solo reduce la huella ecológica del proyecto al disminuir la necesidad de largas distancias de transporte, sino que también, facilita un proceso de disposición final más controlado y seguro.

Tras la evaluación, se propuso la utilización de un terreno situado cerca de la comunidad Nueva Esperanza, sobre la antigua carretera camino a Santa Lucía Cotzumalguapa. Esta ubicación se destaca por cumplir con todos los criterios establecidos, permitiendo un desarrollo óptimo del proyecto. El terreno no está demasiado alejado de la comunidad, lo que facilita la participación de los residentes en las actividades educativas y de reciclaje, pero también, está lo suficientemente distante como para evitar cualquier impacto negativo en las áreas comerciales y residenciales.

Además, su ubicación estratégica asegura que los vientos predominantes no llevarán malos olores hacia la comunidad, lo que es crucial para mantener una buena relación con los vecinos y asegurar la aceptación del proyecto a nivel local. Asimismo, el análisis del lugar ha demostrado que el terreno está libre de amenazas y riesgos, lo que garantiza la seguridad y la sostenibilidad del centro a largo plazo.

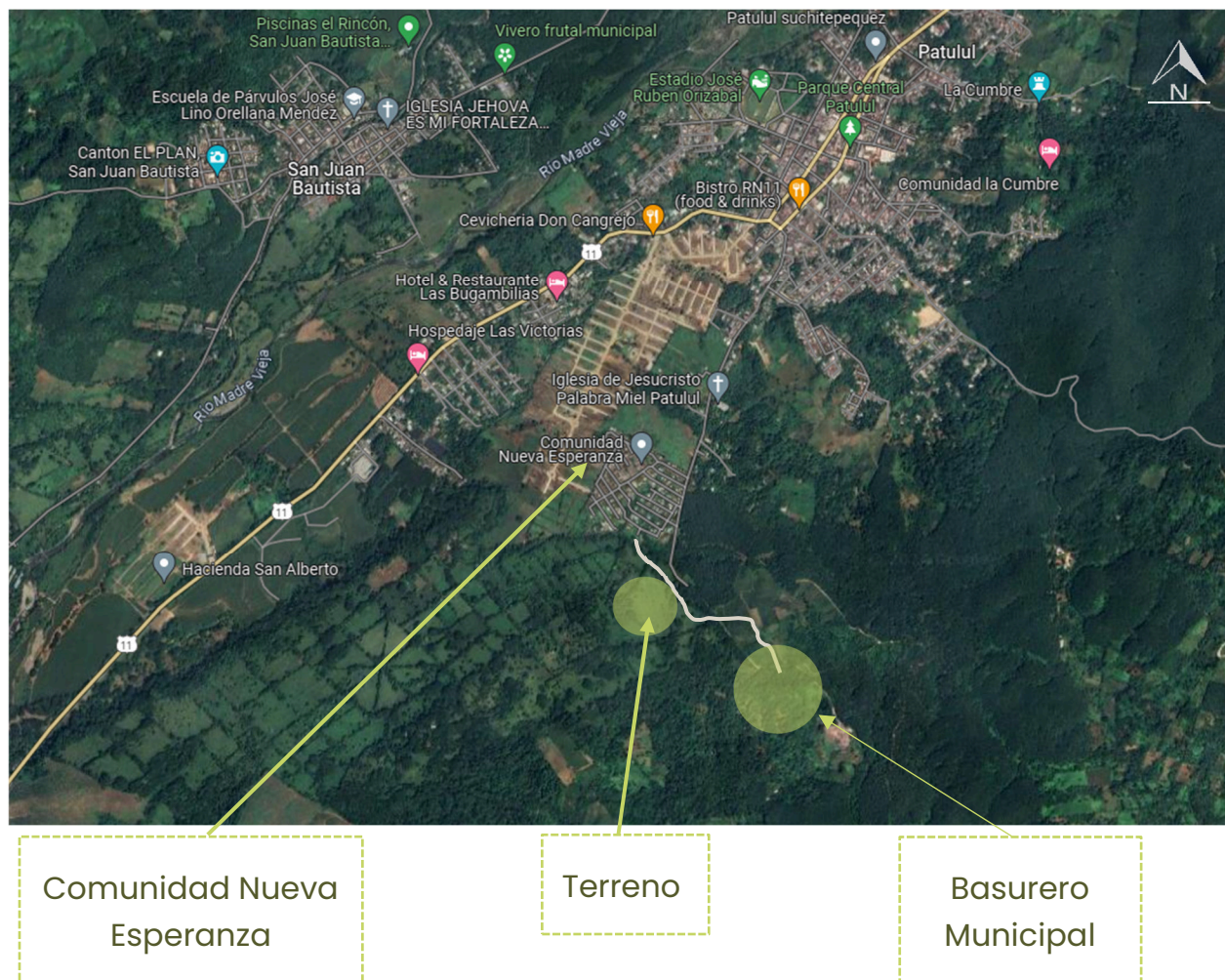


Figura 61. Mapa Ubicación del sitio
Elaboración propia, Imagen de Google Maps

3.3.4. Análisis micro

Este análisis del sitio en donde se ubicará el *Centro de acopio, reciclaje y educación ambiental*, permitió conocer con mayor precisión las características del terreno para la toma de decisiones de la propuesta arquitectónica

3.3.4.1. Análisis del sitio

A continuación, se analizan las características físico-ambientales del terreno y del entorno inmediato, identificando los factores positivos y negativos que incidirán en la toma de decisiones, para posteriormente, formular las premisas de diseño arquitectónico planteando una respuesta adecuada según las condicionantes del terreno y su entorno inmediato.

3.3.4.1.1. *Posición geográfica*

El terreno se ubica a 14.40706 de latitud y -91.16708 de longitud. Se ubica en la Zona 15 del hemisferio norte, al este (UTMX): 697614.50; al norte (UTMY): 1593532.00.

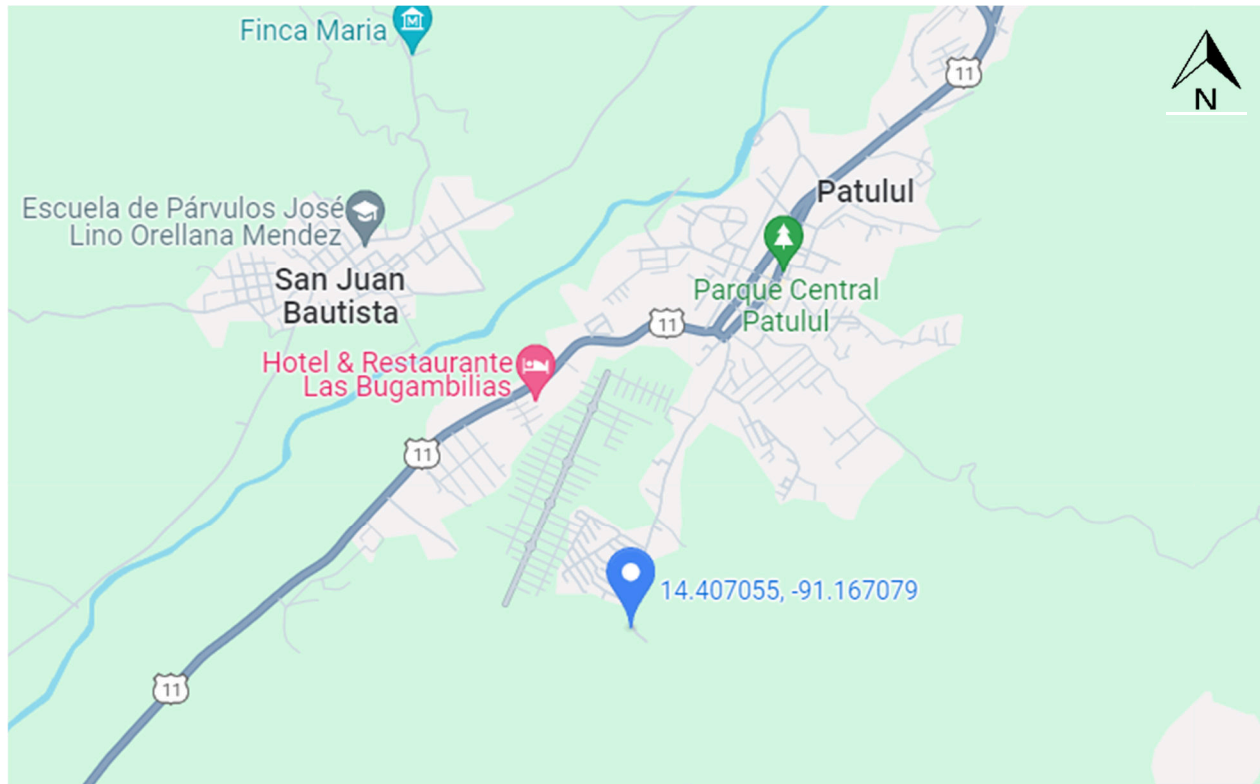


Figura 62. Posición Geográfica, terreno.

Fuente: Imagen Google Maps

3.3.4.1.2. *Delimitación del terreno*

El terreno colinda con otros terrenos de área verde y con la calle (Carretera Antigua a Santa Lucía Cotzumalguapa). Tiene un área de 38,943 m² o 55,733 v², con un perímetro de 860.12 m.

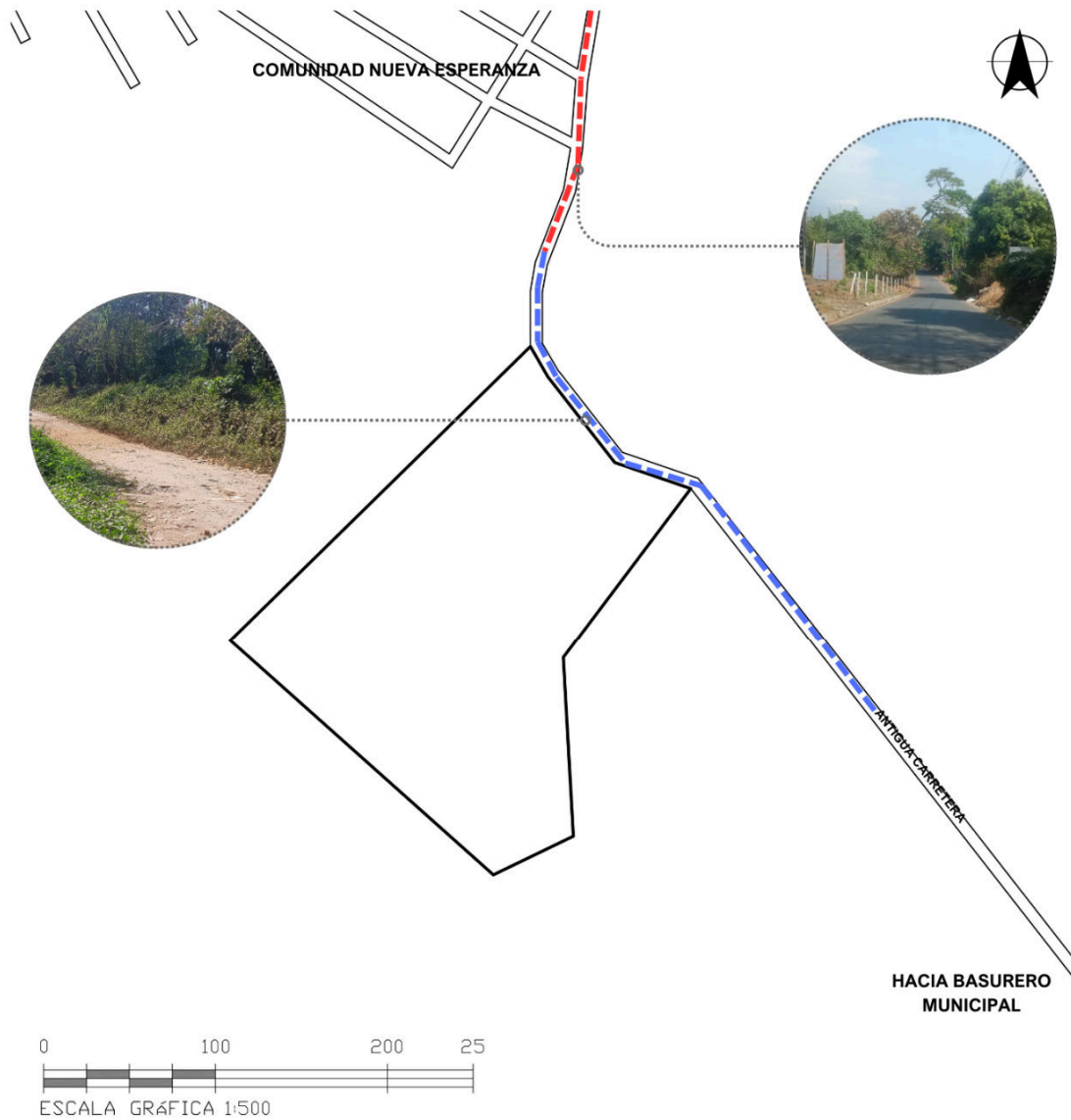
El lado del frente de la calle tiene una longitud de 130.48 m.



Figura 63. Delimitación del terreno
Elaboración propia

3.3.4.1.3. Accesos a la zona

Se tiene acceso al sitio desde la antigua carretera a Santa Lucía Cotz. La carretera se encuentra adoquinada hasta la Comunidad Nueva Esperanza, en el siguiente tramo es de terracería. La calle mide 7m de ancho y no cuenta con aceras, en las calles donde hay construcciones se tienen aceras de 1 m.



S I M B O L O G Í A

- CARRETERA ADOQUINADA
- CARRETERA TERRACERÍA

Figura 64. Acceso al terreno
Elaboración propia

3.3.4.1.4. *Edificios existentes*

El terreno se encuentra en un área verde y no tiene edificios o construcciones existentes.



Figura 66. Fotografía propia del sitio (marzo 2024)



Foto propia (marzo 2024)

3.3.4.1.5. *Edificios del contexto: distancias y alturas*

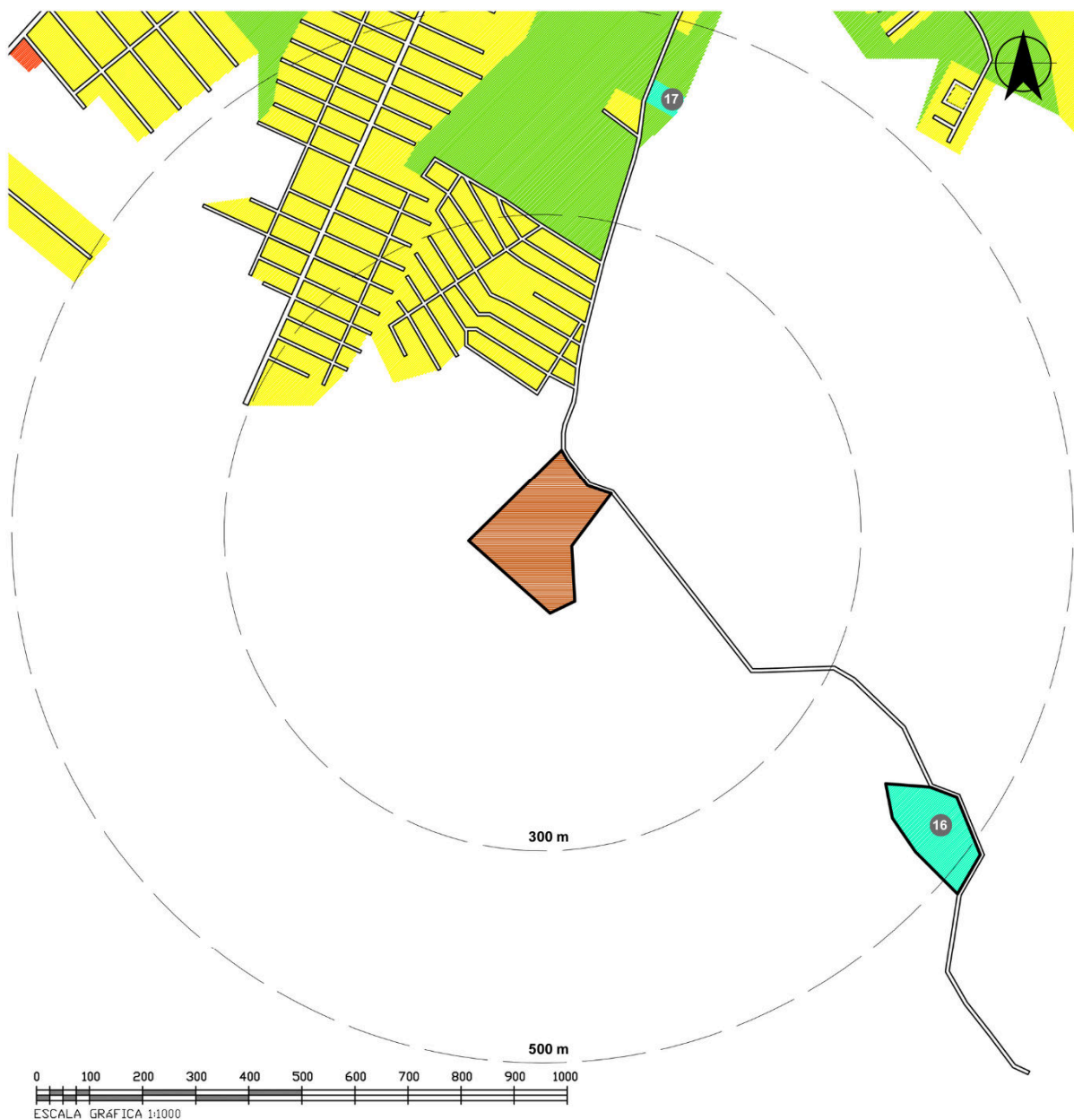
En el municipio no se aplica ningún normativo en cuanto a la distancia y las alturas de las edificaciones. Por lo general son edificaciones de 1 y 2 niveles, 6 m de altura aproximadamente, algunas dejan una pequeña acera de 1 m, mientras otras están construidas al ras de la calle.



Figura 67. Vista de la calle hacia terreno
Foto propia (marzo 2024)

3.3.4.1.6. *Uso del suelo*

En un radio de 500 m el uso del suelo es residencial, algunas personas ocupan las áreas verdes para sus cultivos. También se cuenta con los servicios básicos accesibles por la cercanía a la comunidad Nueva Esperanza.



SIMBOLOGÍA

ÁREA RESIDENCIAL CONSOLIDADA

ÁREA VERDE

EQUIPAMIENTO URBANO

16 Basurero Municipal

17 Iglesia de Jesucristo Palabra Miel

TERRENO

Figura 68. Uso del suelo cercano al terreno
Elaboración propia

3.3.4.1.7. *Características arquitectónicas*

No existe una tipología arquitectónica definida. Sin embargo, son comunes las edificaciones de block y lámina. (Véase figura 45 y 56).



Figura 69. Tienda local del área
Foto propia (marzo 2024)

Algunas personas optan por utilizar molduras para adornar sus fachadas.



Figura 70. Vivienda cerca del terreno
Foto propia (marzo 2024)

3.3.4.1.8. Visuales y luminosidad

Desde el terreno se tiene vista a las distintas áreas verdes, debido a que no son áreas ocupadas.

3.3.4.1.9. Acústica

El área es tranquila, el transporte público llega solo a la comunidad Nueva Esperanza y retorna a su recorrido. En el área transitan los camiones de basura con dirección al basurero municipal, pero no es una actividad recurrente. También transitan vehículos 4x4 quienes se dirigen a campos de cultivo e ingresan y llevan carga. En conclusión, se produce poco ruido debido a que el paso no es muy transitado.

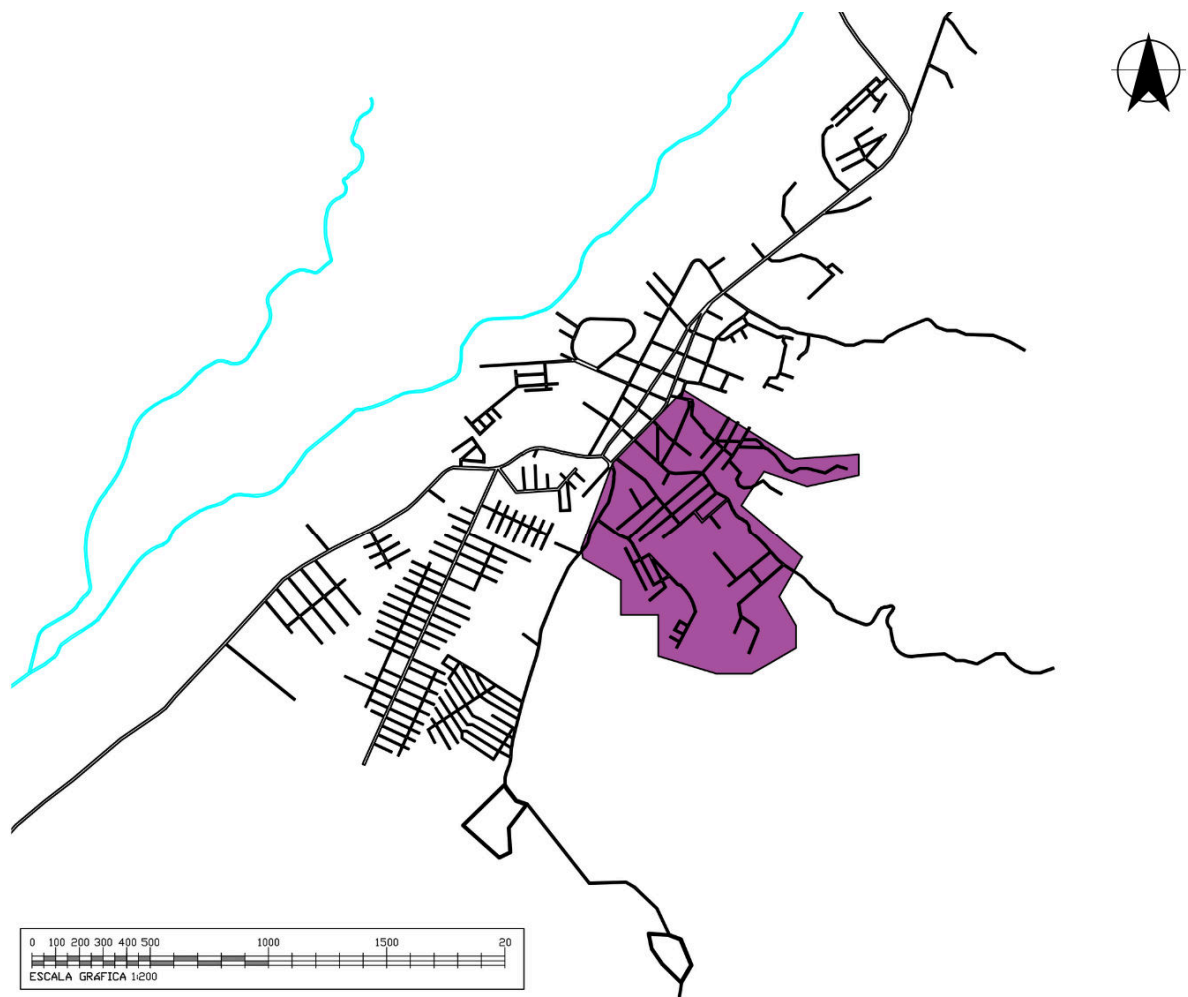
3.3.4.2. Normativas

Según el *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento territorial Patulul, Suchitepéquez (2019 - 2032)*, en el uso del suelo Urbano-Vivienda se prohíbe el uso o actividades de:

- Industria Expendios de material combustible
- Discotecas (Espacios abiertos al público)
- Comercio de mediana y gran escala

Equipamientos especiales

- centros comerciales
- cárceles
- cementerios
- plantas de tratamiento de desechos sólidos/líquidos
- subestaciones eléctricas
- emergencia
- otros no compatibles con el uso de vivienda



S I M B O L O G Í A

URBANA - VIVIENDA

Figura 71. Uso del suelo urbano PDM-OT
Elaboración propia con base en Mapa, Municipalidad Suchitepéquez, PDM 2019.

3.3.4.3. *Accesibilidad*

Cuenta con vías de acceso vehicular y peatonal. Desde el centro municipal (parque central Patulul) está a 2 km de distancia, un camino de 30 minutos a pie y de 10 minutos en automóvil. Se cuenta con un camino de 2 carriles vehiculares.

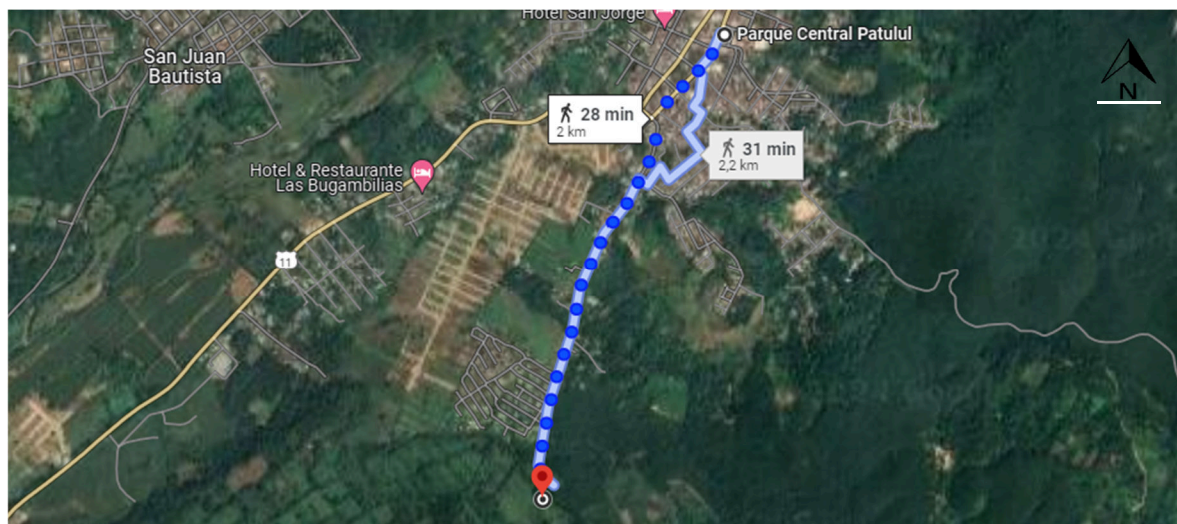


Figura 72. Recorrido a pie hacia terreno desde el parque central
Fuente: Google Maps



Figura 73. Acceso vehicular al terreno
Elaboración propia

3.3.4.4. Topografía e irradiación solar

3.3.4.4.1. Curvas de nivel

La altura máxima del terreno es de 347.5 msnm y el nivel más bajo es de 317.5 msnm. Tiene una pendiente máxima de 16 %.

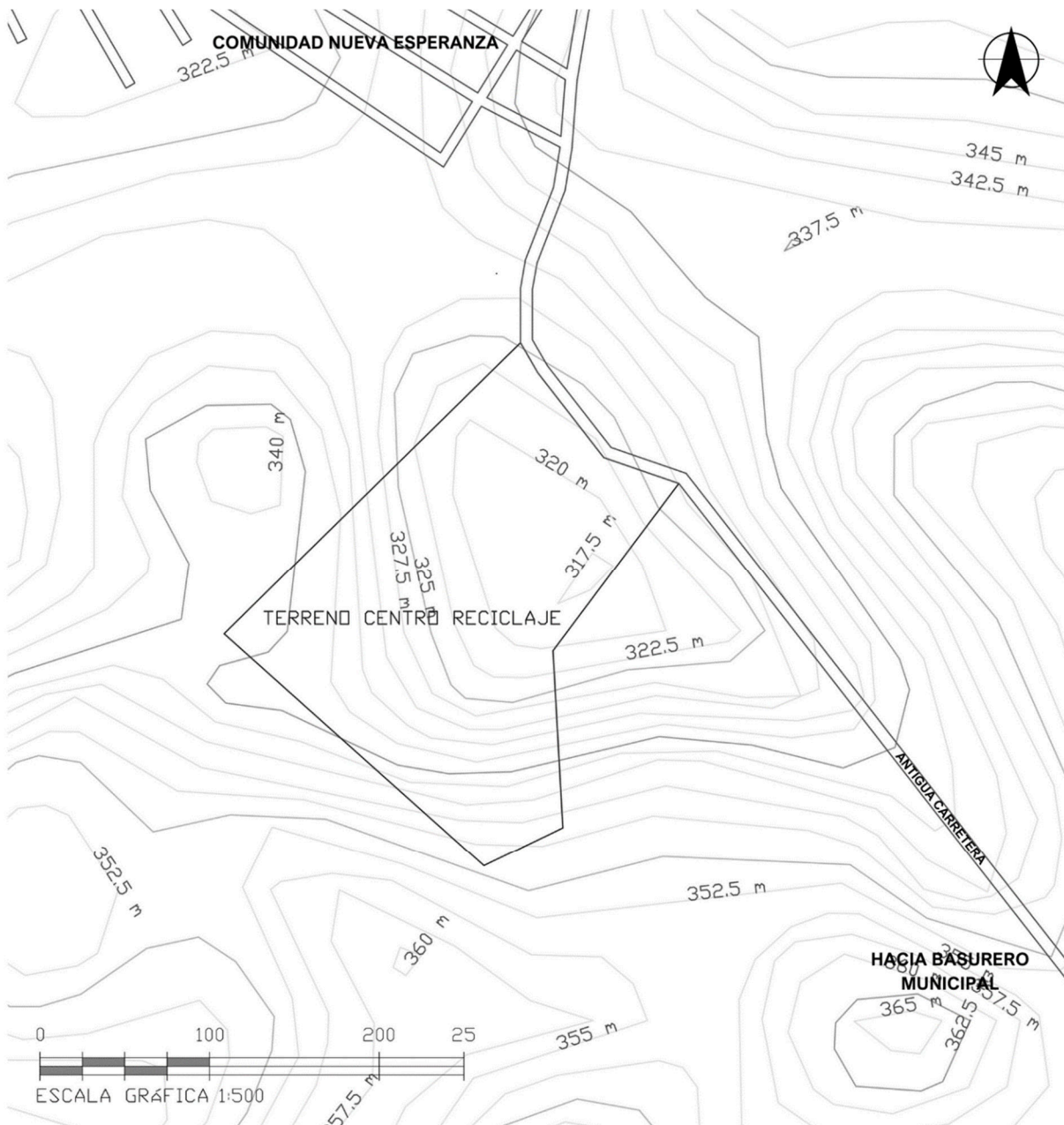


Figura 74. Curvas de nivel terreno
Elaboración propia

Es un suelo con abundante roca sedimentaria. En el área donde se ubica el terreno las tierras son cultivables, tienen medianas limitaciones para producción agrícola, aptas para cultivos en riego, relieve plano a ondulado o suavemente inclinando, productividad mediana con prácticas intensivas de manejo.

3.3.4.4.1. Irradiación solar

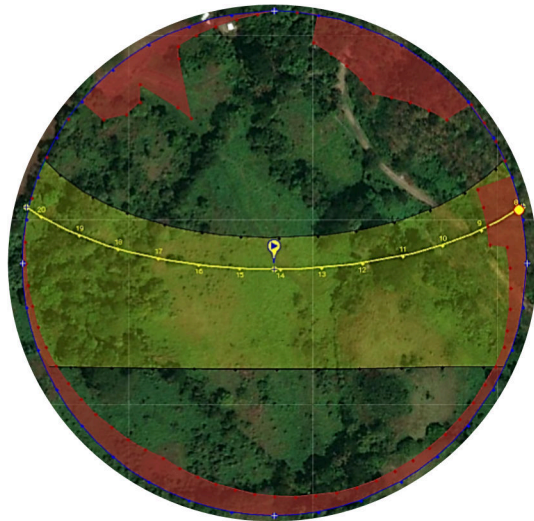


Figura 75. Camino de sol

Fuente: SunEarthTools.com

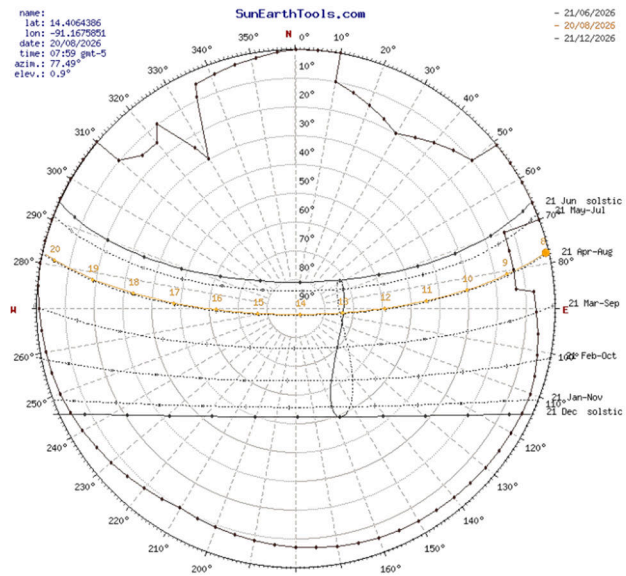
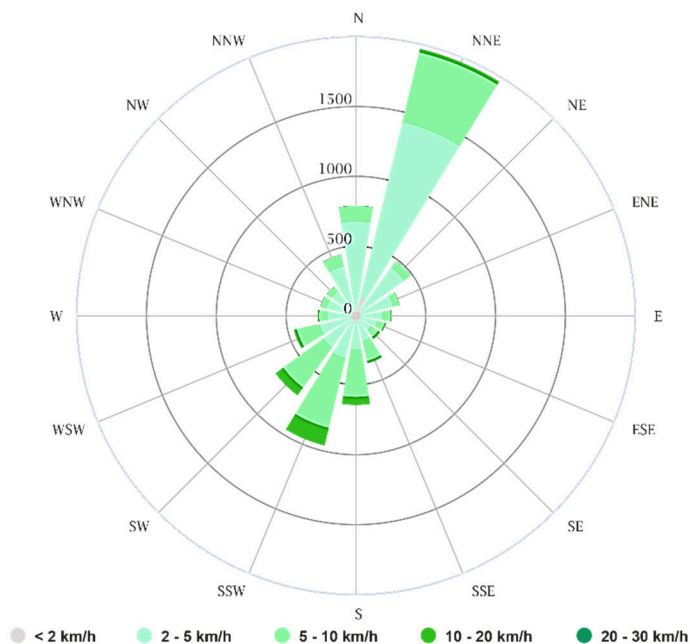


Figura 76. Carta Solar

Fuente: SunEarthTools.com

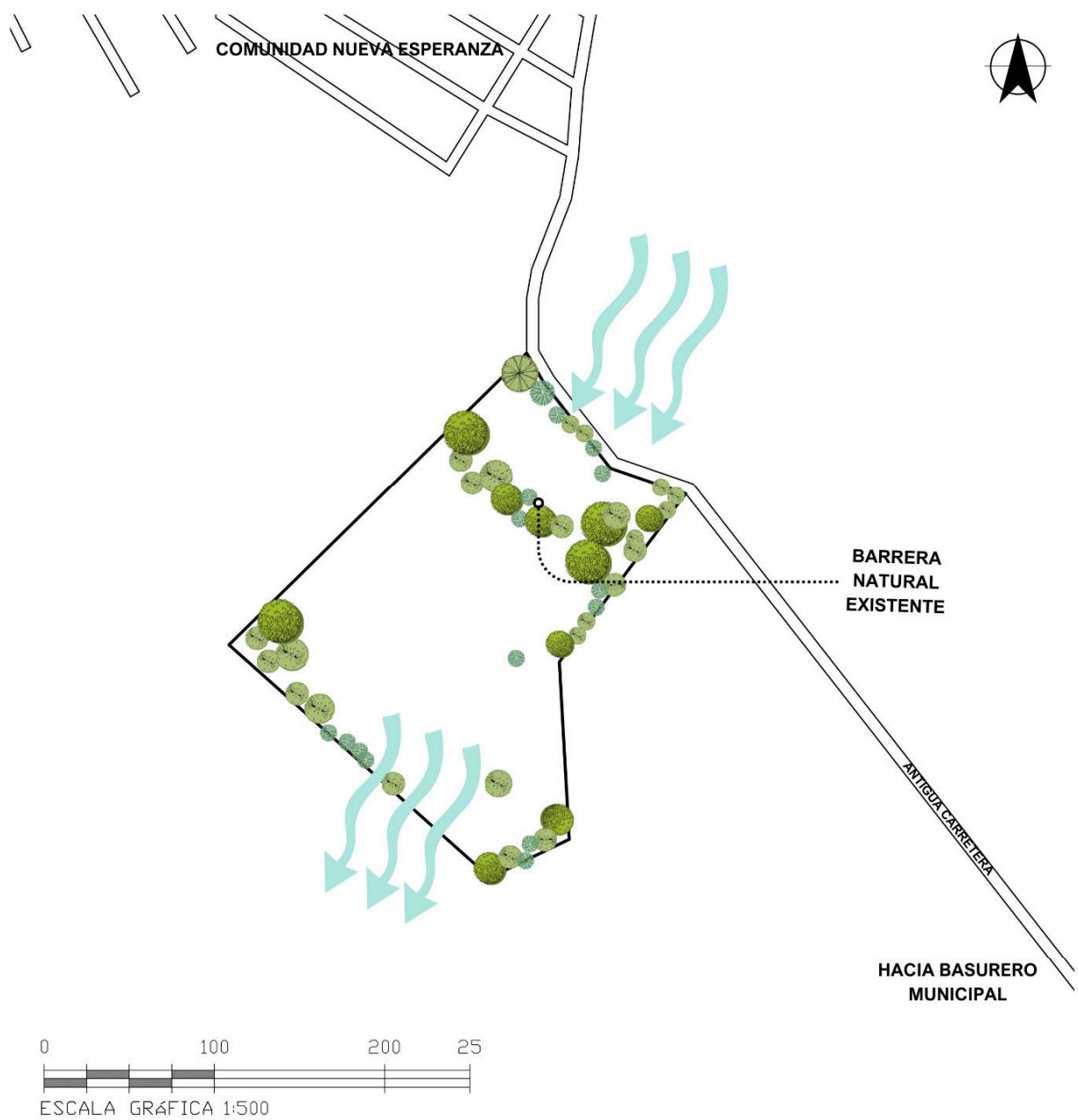
3.3.4.5. Exposición al viento



Los vientos predominantes en la zona provienen del noroeste.

Figura 77. Rosa de vientos predominantes durante el año

Fuente: Meteoblue



S I M B O L O G Í A



VIENTO

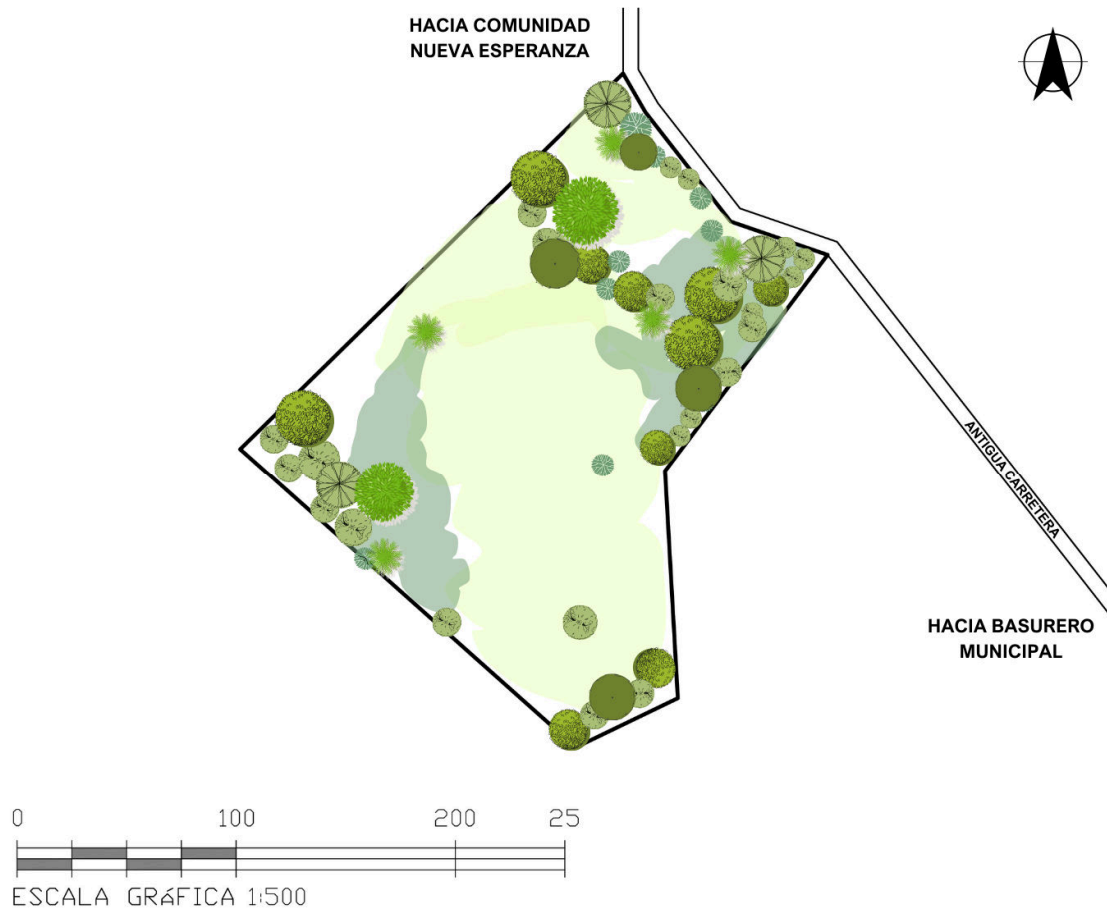


VEGETACIÓN

Figura 78. Vientos predominantes

Elaboración propia

3.3.4.5.1. Vegetación: especies existentes



S I M B O L O G Í A



Cedro Rojo
Acrocarpus fraxinifolius
Introducida



Coco
Cocos nicifera
Nativa



Hierba Mora
Solanun nigum
nativa



Palo Blanco
Tabebuia donnell-smithii
Nativa



Aguacate
Persea Americana
Nativa



Zacate
Panicum repens L.
Nativa



Banano
Musa Paradisiaca
Nativa



Mango
Mangífera indica
Introducida

Figura 79. Especies predominantes en el terreno
Elaboración propia

3.3.4.5.1. Usos de la vegetación

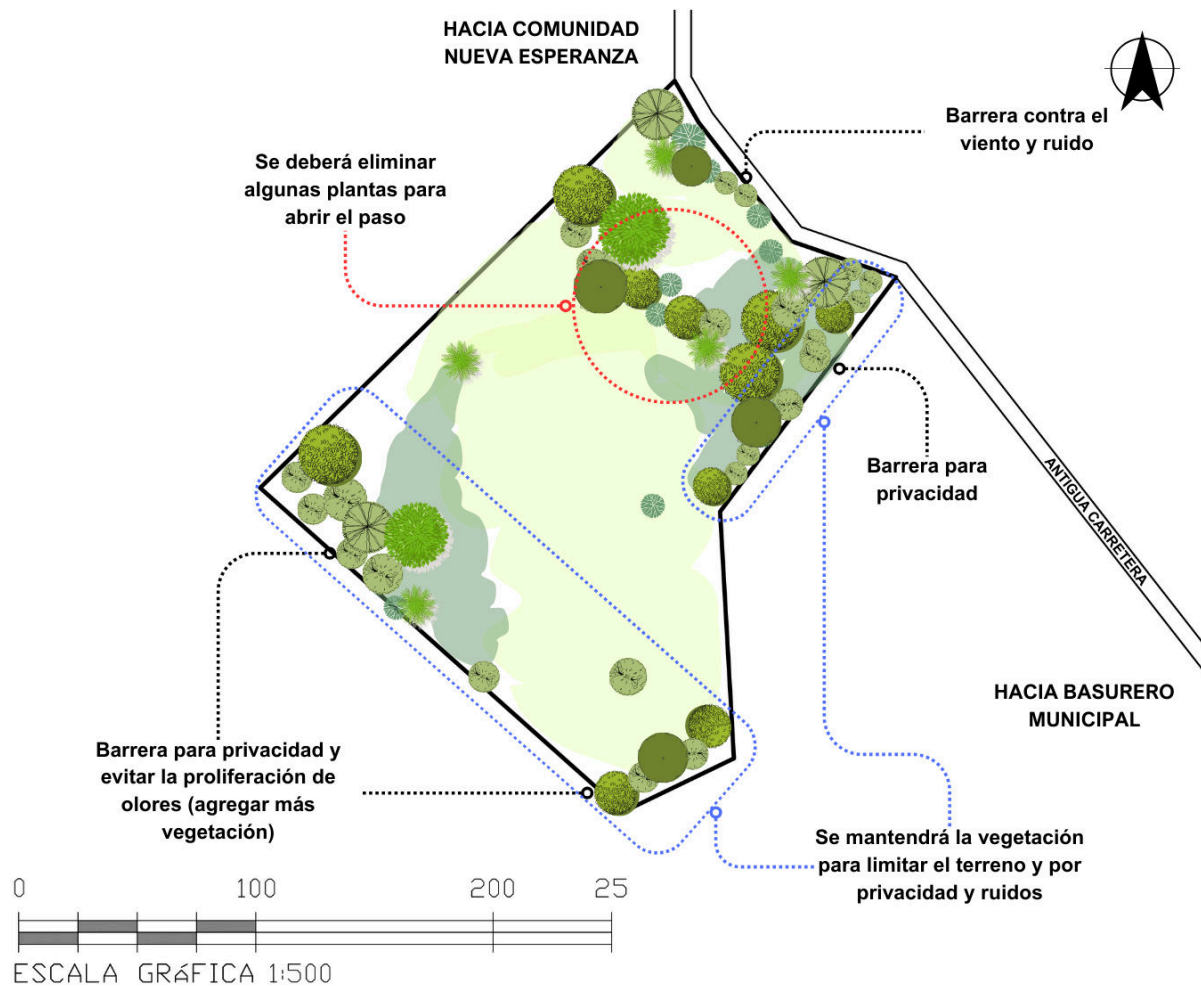
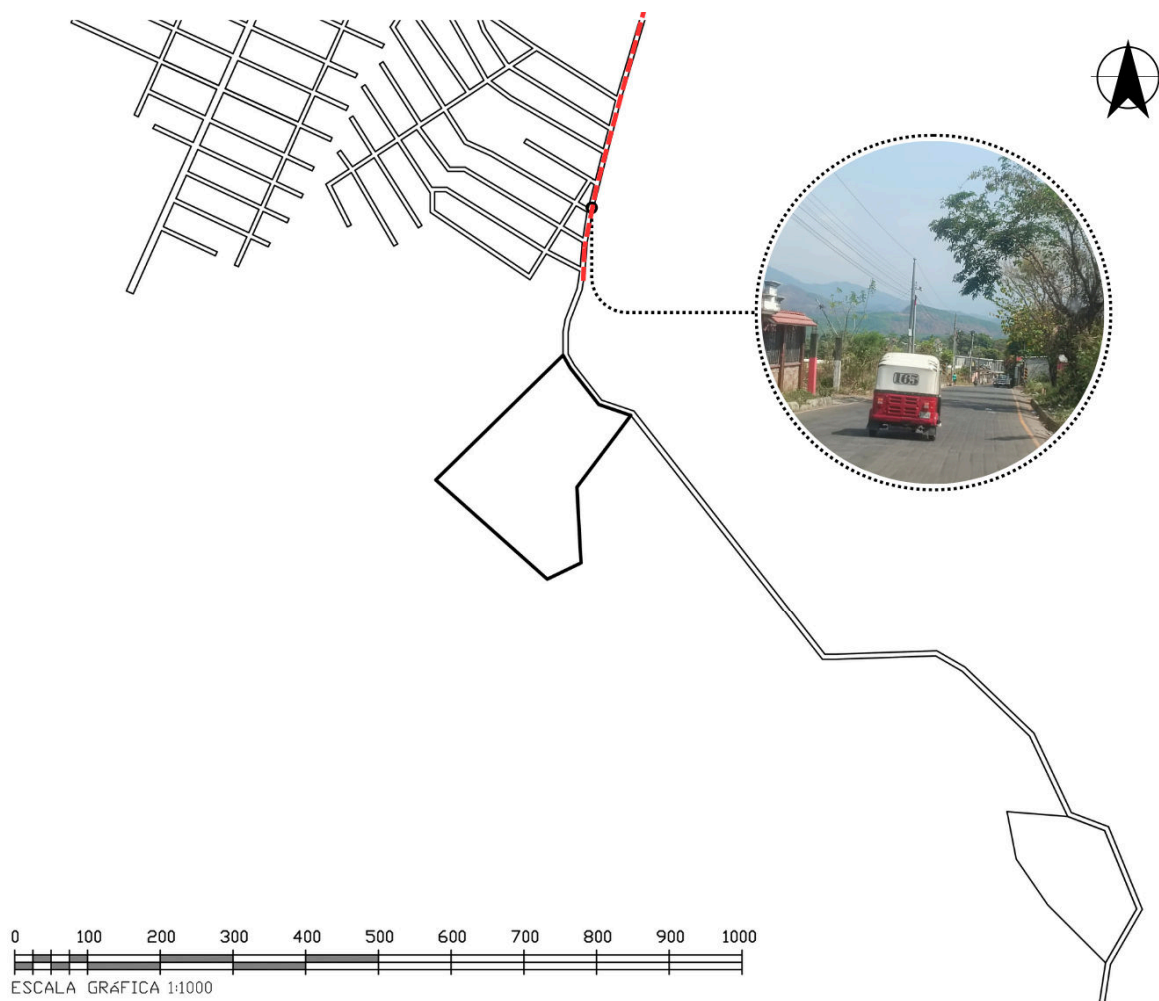


Figura 80. Fines de la vegetación existente
Elaboración propia

3.3.4.6. Transporte

No existe el equipamiento de una parada de buses, sin embargo, el final de la calle pavimentada es utilizada como una parada para los mototaxis (tuctuc), en la entrada de la comunidad Nueva Esperanza, que es el único sistema de transporte público que llega al lugar. Debido a su ubicación no presenta contaminación acústica fuerte.



S I M B O L O G Í A

--- Ruta tuc tuc

Figura 81. Ruta transporte público
Elaboración propia

3.3.4.7. Características

En el área no hay construcciones cerca o dentro del terreno por lo que no representa un peligro. No se cuenta con servicios básicos en el terreno, se deberán implementar provenientes de la comunidad Nueva Esperanza. El área alrededor es verde, por lo que todas las visuales son buenas. Se deberá contrarrestar el ruido proveniente de la calle, donde hay un tráfico medio, generalmente circulan camiones de basura y vehículos particulares de personas que se dirigen a sus plantaciones.

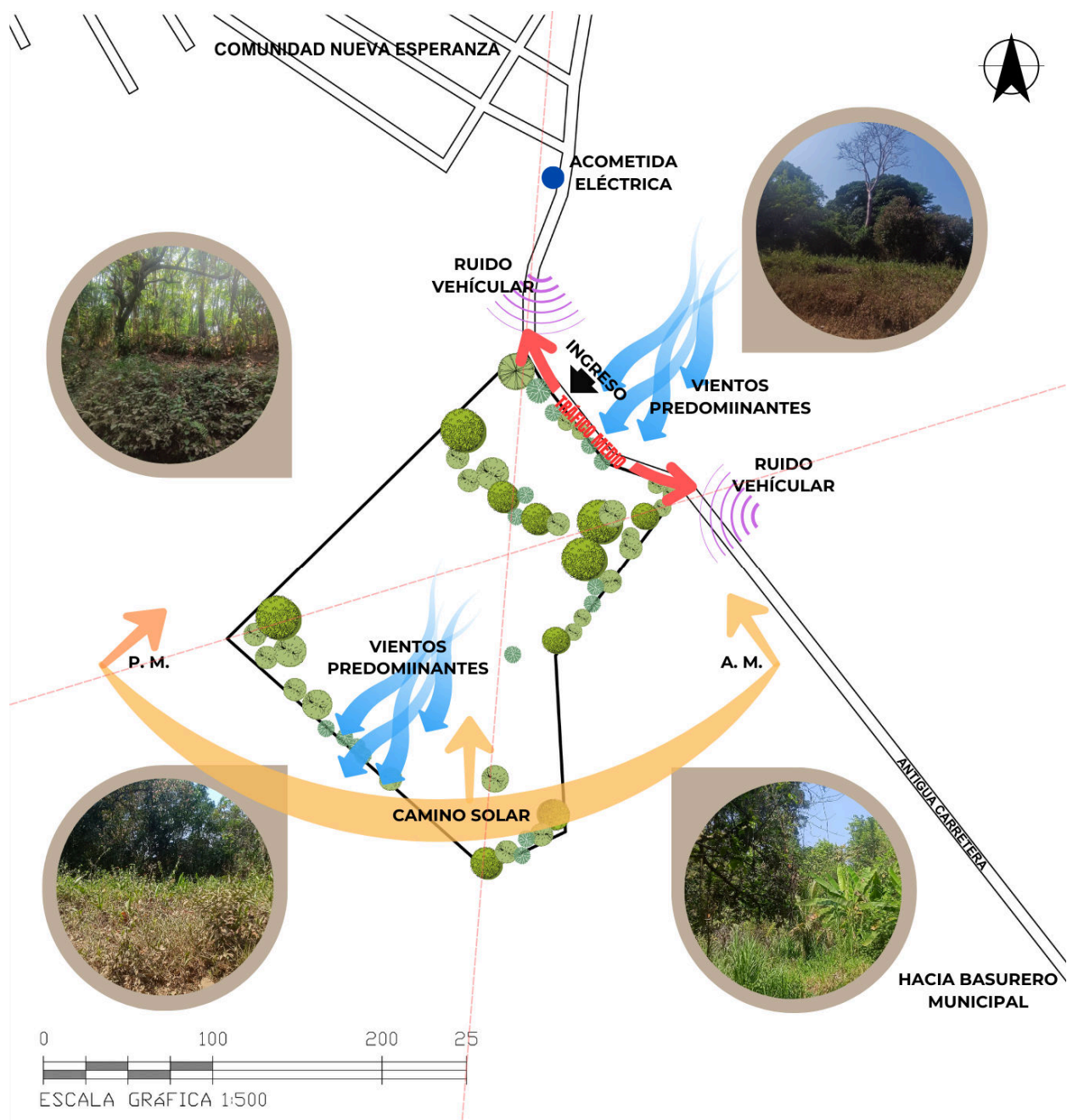


Figura 82. Características del terreno
Elaboración propia

En este capítulo se subrayó la importancia de un análisis integral para garantizar que el Centro se desarrolle en un entorno adecuado y responda eficazmente a las necesidades de la comunidad.

Desde el contexto social, se identifica que toda la población del municipio será beneficiada por el proyecto. Se pretende que el Centro actúe como un servicio esencial que mejorará la calidad de vida de todos los habitantes. Además, el análisis de la cultura local ayuda a adaptar el proyecto a las prácticas y valores de la comunidad, fomentando una mayor participación ciudadana en la separación y manejo responsable de residuos.

El contexto económico será clave para el dimensionamiento de la infraestructura fue fundamenta en un estudio detallado del volumen de desechos generados por las actividades comerciales y el crecimiento poblacional, asegurando que la capacidad operativa sea eficiente y escalable a largo plazo.

En cuanto al contexto ambiental, el terreno elegido es accesible a la población y cercano al camino que conduce al vertedero municipal, también se encuentra en una ubicación estratégica donde los vientos predominantes no dispersarán malos olores hacia la comunidad. Además, el área está libre de amenazas y riesgos ambientales, lo que garantiza la seguridad y viabilidad del proyecto a largo plazo. Según el *Plan de Desarrollo Municipal*, esta zona es adecuada para la ubicación de instalaciones, lo que asegura el cumplimiento con las normativas locales. Asimismo, inspirado por casos análogos como el proyecto danés, el centro será manejado orgánicamente, permitiendo la combinación de actividades recreativas con las funciones del centro.

Finalmente, el análisis ambiental del lugar proporcionó ideas iniciales a las intervenciones que podrían realizarse. Al ubicarse en una zona muy húmeda y lluviosa, se deberán tomar acciones para garantizar el confort climático. Además, el entorno carece de un estilo arquitectónico definido, lo que permitirá que el centro se proponga como una solución innovadora. Para hacer el ambiente más agradable, el proyecto empleará árboles y hierbas ornamentales como la Rosa China, Geranio, Crisantemo, Buganvilia, Matilisque y el Palo Blanco, que son nativos del área, reforzando la conexión entre el edificio y su entorno natural. El diseño responderá a la creación de un espacio visualmente atractivo y ambientalmente integrado.

CAPÍTULO 4. IDEA

En este capítulo, se utilizó la información previamente analizada para desarrollar el programa arquitectónico y establecer las premisas de diseño del *Centro de Acopio, Reciclaje y Educación Ambiental en Patulul, Suchitepéquez*.

El capítulo abarca la creación de matrices de relaciones, diagramas de relaciones, flujos, diagramas de burbujas y diagramas de bloques, así como la idea generatriz. Estas actividades y análisis culminan en la generación de la propuesta de diseño final, proporcionando una solución arquitectónica integral y adecuadamente fundamentada que responde a las necesidades del municipio y sus habitantes, promoviendo una gestión eficiente de residuos y la educación ambiental.



4.1. Predimensionamiento

Después de analizar las teorías de la arquitectura, los conceptos, los casos análogos y las necesidades de la sociedad. Se establecieron 3 grandes áreas y 1 complementaria y de servicio.

Separación de residuos y reciclaje

El área de separación es esencial para el manejo integral de los residuos sólidos. Su función principal es clasificar los residuos recolectados en materiales reciclables (plásticos, metales, papel, vidrio) y no reciclables, como los residuos orgánicos. Este proceso es fundamental porque asegura que los materiales se separen para su correcto tratamiento o reciclaje, minimizando los desechos que llegan a los vertederos. La eficiencia de esta área depende de la tecnología utilizada y el flujo adecuado de los residuos a través de procesos como la clasificación manual o automatizada, líneas de procesamiento y almacenamiento temporal.

Educación

Diseñada para ser un espacio de aprendizaje y concientización. En esta zona se llevarán a cabo talleres, charlas y actividades educativas dirigidas a la comunidad, con el objetivo de promover prácticas sostenibles y educar a la población sobre la importancia del reciclaje y la gestión de residuos. Esta área contará con salones de clase, espacios de exposición, y zonas al aire libre para actividades prácticas.

Compost

El área de compostaje se centrará en la transformación de residuos orgánicos en abono, aprovechando que más del 50% de los desechos generados que son orgánicos. Esta zona será crucial en la reducción de residuos destinados a vertederos, fomentando prácticas sostenibles y contribuyendo al ciclo ecológico mediante la producción de compost reutilizable. Esta acción responde a los principios de la economía circular, promoviendo un manejo eficiente y sostenible de los recursos.

Para el área de tratamiento se debe tomar en cuenta la cantidad y composición de residuos generados. En Guatemala⁵⁶ se componen principalmente por:

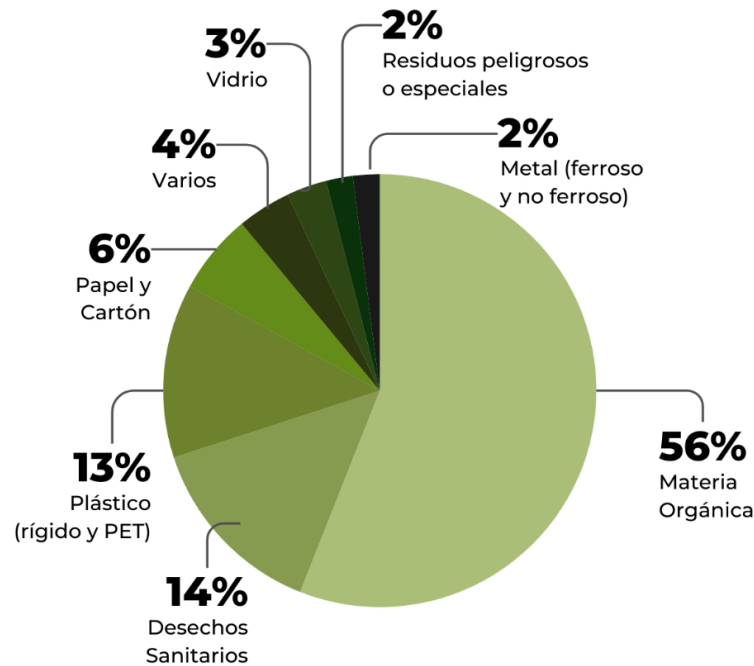


Figura 83. Composición general de los residuos y desechos sólidos comunes en Guatemala.

Fuente: MARN. *Guía*.

Según el *Compendio Estadístico Ambiental 2015*,⁵⁷ el departamento de Suchitepéquez, en promedio de generación per cápita de desechos sólidos por departamento produce 0.38 (Kilos/día/habitante), o bien 0.836 (libras/día/habitante), por lo tanto:

⁵⁶ MARN. *Guía para la identificación gráfica de los residuos sólidos comunes*. 2018. Consultado el 15 de enero de 2025, https://www.marn.gob.gt/wpfd_file/guia-para-la-identificacion-grafica-de-los-residuos-solidos-comunes/

⁵⁷ INE. *Compendio Estadístico Ambiental 2015*. Guatemala, 2016. Consultado el 6 de agosto de 2024, <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2016/12/12/akJPkymTIGr1QQoommBxUNXhZ9Qhwph.pdf>

CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO (ACTUAL)	33973.368 LB/DÍA	15 TON/DÍA
40,638 HABITANTES	0.836 LB/DÍA/HABITANTE	

CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO (80 AÑOS)	120958.1788 LB/DÍA	55 TON/DÍA
144,687 HABITANTES	0.836 LB/DÍA/HABITANTE	

4.1.1. Dimensiones planta de separación

Actualmente, se necesita procesar 15 Ton de residuos al día y para la capacidad final se necesitará procesar 55 Ton de residuos al día.

Para calcular el tamaño adecuado de una planta de separación de residuos con una capacidad de 15 toneladas diarias, una instalación de tamaño medio con un área entre 1.000 y 2.000 metros cuadrados sería adecuada. Lo anterior depende del nivel de tecnología y automatización, así como del espacio requerido para las máquinas de clasificación, almacenamiento y manejo de los residuos.⁵⁸

En el mercado hay empresas que se dedican a suministrar todo el equipo de procesamiento, se tomará de referencia La empresa BESTON.

Model	BFX-100	BFX-200	BFX-400
Materias primas	Residuos sólidos urbanos, residuos domésticos, residuos industriales, residuos de vertedero y residuos mineros		
Capacidad	5 T/H	10T/H	20T/H
Poder	149KW	224.7KW	279KW
Área	2400m ²	2800m ²	3000m ²
Tiempo de trabajo	20 hours	20 hours	20 hours

Tabla 15. Especificación básica y parámetros de maquinaria BESTON

Fuente: BESTON.

⁵⁸ Luís D. Forte, Ricardo Faria y Ana C. Ferreira. *Design and performance assessment of a double-screen trommel for MSW separation*. En: Lecture Notes in Mechanical Engineering, 103–15. Cham: Springer International Publishing, 2023.

Se propone el equipo BFX-100 que tiene una capacidad de procesamiento de 5 T/H y necesita de un área de 2,400 m². Esta maquinaria es suficiente para cubrir la necesidad máxima de 55T/día.

4.1.2. Dimensiones planta de reciclaje PET

La AWS-PET de ACERETECH es una línea de lavado y reciclaje de botellas de PET diseñada para transformar botellas de PET usadas en escamas de alta calidad. Esta línea incluye varias etapas como corte, lavado y granulación, y está diseñada para reducir costos operativos y mejorar la calidad del producto final.⁵⁹

Sus componentes clave son:

- Transportador de placa de cadena: facilita el transporte de botellas de plástico.
- Desempacador: rompe las botellas compactadas para su procesamiento.
- Removedor de etiquetas: elimina más del 90 % de las etiquetas sin desperdiciar escamas ni consumir agua.

Parámetros del dispositivo			
Tamaño	Capacidad	Potencia del motor	Huella del equipo
AWS-PET10	8 ton/día	220KW	250m2

Tabla 16. Características de maquinaria AWS-PET.
Fuente: ACERETECH.

Se ha elegido este modelo por la capacidad de los residuos. Se procesarán un aprox. De 8 ton al día.

⁵⁹ Aceretech. *Línea de lavado para el reciclaje de botellas de PET*. Consultado el 17 de septiembre de 2024.
<https://www.aceretech.com/product-AWS-PET-washing-recycling-machine-AWS-PET.html>



Figura 84. Cantidad de residuos PET al día.

Elaboración propia.

4.1.3. Dimensiones área de compost

El mayor porcentaje de los desechos son orgánicos por lo que se dedicará un área a su tratamiento. Se utilizará maquinaria y el método de pilas. Según la *Guía práctica para el diseño y la explotación de plantas de compostaje*, para calcular el área necesaria en la fase de descomposición, es importante considerar ciertos factores, tales como: volumen de residuos que se procesarán semanalmente; duración del proceso en esta etapa; cantidad de material estructurante utilizado y los espacios adicionales requeridos, como los que se encuentran entre las pilas de compost y los espacios de maniobra para maquinaria y operaciones.

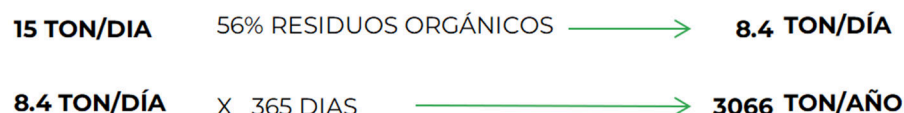


Figura 85. Cantidad de residuos orgánicos al día y año.

Elaboración propia.

$$Sd = Qd \cdot (Vm/Mr) \cdot (1 \text{ año} / 52 \text{ semanas}) \cdot td \cdot (1/CCd)^{60}$$

- Sd = superficie necesaria para la etapa de descomposición.
- Qd = capacidad de diseño de la instalación, equivalente a la capacidad nominal de la instalación Qn (toneladas de residuo que se prevé tratar anualmente), multiplicado por el factor de seguridad 1,10.
- Vm/Mr = volumen en metros cúbicos que resulta de la mezcla del residuo con los diferentes estructurantes y otros materiales complementarios en

⁶⁰ Agencia de Residuos de Cataluña. *Guía práctica para el diseño y la explotación de plantas de compostaje*. Noviembre de 2016. Consultado el 14 de agosto de 2024.
https://residus.gencat.cat/web/.content/home/agencia/publicacions/form/GuiaPC_web_ES.pdf

las proporciones definidas, referido a cada tonelada de residuo por tratar.

- t_d = duración, en semanas, que requiere la etapa de descomposición.
- CC_d = capacidad de carga o volumen en metros cúbicos del material o mezcla para compostar que es posible acumular por cada metro cuadrado de superficie, de acuerdo con la opción tecnológica elegida para esta etapa.

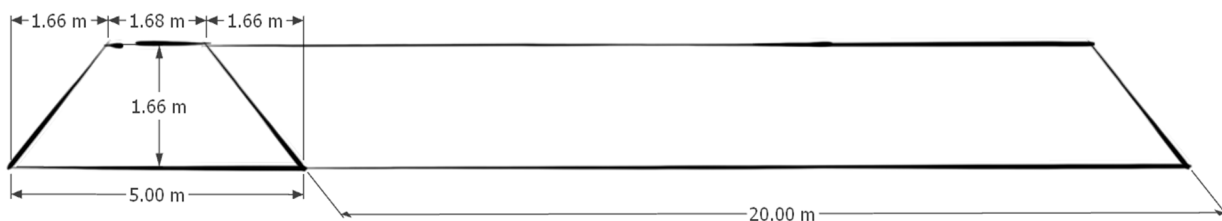


Figura 86. Volumen de la capacidad de carga de la pila
Elaboración propia.

$$S_d = 3373 \text{ ton/año} \times (600 \text{ kg/m}^3) (1 \text{ año}/52 \text{ semanas}) \times 4 \text{ semanas} \times (1/111.2 \text{ kg/m}^3) \\ 1400 \text{ m}^2$$

Figura 87. Cálculo del área a usar para la descomposición del compost.
Elaboración propia.

Se requiere un área de 1400 m² para el área de descomposición, se deberá agregar un área para la maquinaria y almacenamiento.

4.1.4. Dimensiones área educativa

Para el diseño de los talleres, se tomó como referencia la reforma del *Acuerdo Ministerial Número 4025-2012*, contenida en el *Acuerdo Ministerial Número 3206-2019*,⁶¹ que establece que la capacidad máxima en áreas rurales debe ser de 25 estudiantes para niveles preprimario y primario, y hasta 40 estudiantes en todos los demás niveles. Además, la Universidad de Kansas

⁶¹ MINEDUC. Acuerdo Ministerial Número 3206-2019. *Reformar el Acuerdo Ministerial Número 4025-2012, Reglamento para el estudio de la demanda educativa y creación de puestos docentes en centros educativos oficiales*. Emitido: 4 de octubre de 2019. Consultado el 15 de agosto de 2024, <https://legal.dca.gob.gt/GestionDocumento/DescargarPDFDocumento?idDocumento=42950>

sugiere que los talleres tengan un número de entre 6 y 15 alumnos, permitiendo una atención más personalizada. Por su parte, el Ministerio de Educación de Perú, en su guía *Criterios de Diseño para el Taller de Especialidad de Educación para el Trabajo*, recomienda una base de 20 alumnos por taller. En este proyecto, se ha optado por implementar **talleres para 20 estudiantes**, de manera que puedan desarrollar sus actividades de forma efectiva y que se les pueda brindar la atención necesaria a cada alumno durante el tiempo del taller.

Para las charlas generales se toma de referencia el centro Punto Limpio, comuna de Vitacura, Santiago Chile, que cuenta con 81, 499 habitantes. Para el 2011 asistieron 1,583 estudiantes y personal a cargo. Tras el análisis se considera como mínimo un espacio para 30 estudiantes en las charlas.

Charlas punto limpio

	2008	2009	2010	2011	PROMEDIO
Número de charlas al año	66	51	54	68	60
Personal asistente a charlas					
Número de personal adulto a cargo	199	230	153	232	
Número de estudiantes	1453	1384	2131	1351	
Total	1652	1614	2284	1583	1784

Figura 88. Cálculo de capacidad de alumnos para impartir charlas.

Elaboración propia con base en Manuales de la CEPAL N° 2.

4.2. Programa arquitectónico

El programa arquitectónico integra normativas, cálculos técnicos y la capacidad del equipamiento para garantizar la funcionalidad operativa y logística en las áreas de tratamiento de residuos, compostaje y educación ambiental.

SECTOR	ZONA /USO	AMBIENTE (CÉLULA ESPACIAL)	# DE USUARIOS	REFEREN-CIA	ÁREA REFEREN-CIA M2/unidad o usuario	ÁREA PROPUE-STA M2	SUBTOTAL M2 DE SECTOR	
PLANTA DE SEPARACIÓN	Área de separación de desechos	Tolva	12	BESTON MAQUINARÍA BFX-100 5T/H	2400*	2400	3061.5	
		Alimentador de placa						
		Esparcidor						
		Transportador sellado						
		Romper bolsa						
		Máquina de cribado rotatorio						
		Separador magnético tipo suspensión						
		Máquina de rebobinado integral						
	Máquina envasadora a presión hidráulica							
	Área complementaria	Área de descarga camiones	3	PLAZOLA VOL. 4	38.4	115.2		
		Empacado	4	NRD2	18.5	74		
		Almacenamiento de producto terminado	5	NRD2	45	225		
		Oficina de supervisores	4	NRD2	18.5	74		
		Cuarto de manejo	2	NRD2	18.5	37		
		Cuarto de maquinas	1	-	10	10		
	Servicio	Servicios Sanitarios M	2	NRD2	9.3	18.6		
		Servicios Sanitarios F	2	NRD2	9.3	18.6		
		Duchas y vetidores M	2	NRD2	10.3	20.6		
		Duchas y vetidores F	2	NRD2	10.3	20.6		
		Área de empleados	3	NRD2	9.3	27.9		
		Bodega	1	-	20	20		
	CIRCULACIÓN DEL SECTOR 20 %							612.3
PLANTA DE COMPOST	Área de tratamiento	Descarga material	4	PLAZOLA VOL. 4	38.4	153.60	2633.60	
		Almacenamiento temporal	5	-	45	225.00		
		Mezcla y trituración	5	-	30	150.00		
		Pilas de Descomposición	4	Cálculo	1400*	1400.00		
		Cribado	1	Área máquina	28	28.00		
		Pesado y empacado	4	NRD2	18.5	74.00		
		Almacenamiento de producto terminado	8	NRD2	45	360.00		
	Área complementaria	Oficina de supervisores	4	NRD2	18.5	74		
		Cuarto de manejo	2	NRD2	18.5	37		
		Cuarto de máquinas	1	-	15	15		
	Servicio	Servicios Sanitarios M	2	NRD2	9.3	18.6		
		Servicios Sanitarios F	2	NRD2	9.3	18.6		
		Duchas y vestidores M	2	NRD2	10.3	20.6		
		Duchas y vestidores F	2	NRD2	10.3	20.6		
		Área de empleados	2	NRD2	9.3	18.6		
		Bodega	1	-	20	20		
	CIRCULACIÓN DEL SECTOR 20 %							526.72
PLANTA DE RECICLAJE PET	Área de tratamiento	Descarga material	3	PLAZOLA VOL. 4	38.4	115.20	776.10	
		Almacenamiento temporal	1	-	45	45.00		
		Transportador banda	4	Área máquina	250	250.00		
		Desempacadora						
		Tamborilero						
		Eliminador de ferros						
		Eliminador de etiquetas						
		Prelavado						
		Cargador de tornillo						
		Separador de disco						
		Máquina clasificadora						
		Clasificación manual						
		Trituradora						
		Almacenamiento de producto terminado	1	-	45	45.00		
	Área complementaria	Oficina de supervisores	2	NRD2	18.5	37		
		Oficina de supervisores	2	NRD2	18.5	37		
		Cuarto de manejo	2	NRD2	18.5	37		
		Bodega	1	NRD2	45	45		
	Servicio	Servicios Sanitarios M	2	NRD2	9.3	18.6		
		Servicios Sanitarios F	2	NRD2	9.3	18.6		
		Duchas y vetidores M	2	NRD2	10.3	20.6		
		Duchas y vetidores F	2	NRD2	10.3	20.6		
		Área de empleados	5	NRD2	9.3	46.5		
		Cuarto de máquinas	1	-	20	20		
		Bodega	1	-	20	20		

			CIRCULACIÓN DEL SECTOR 20 %				155.22
EDUCATIVO	Privada	Recepción	3	NRD2	9.3	27.9	843.95
		Sala de espera	10	-	88	88	
		Sala de reuniones	10		30	30	
		Área de oficina	3	NRD2	9.3	27.9	
		Oficina dirección	2	NRD2	9.3	18.6	
		Servicio Sanitario	1		3	3	
		Archivo general	1		15	15	
	Social	Auditorio	56	-	165	165	
		Área de exposición	8	-	9.3	74.4	
		Cuarto de sonido	1	-	10	10	
		Laboratorio	3	-	15	45	
		Taller Reciclaje - Investigación	20	IO EpT	3.57	71.4	
		Taller Reciclaje - Innovación	20	IO EpT	3.57	71.4	
		Taller Artesanías - Investigación	20	IO EpT	3.57	71.4	
		Taller Artesanías - Innovación	10	IO EpT	3.57	35.7	
		Taller Compostaje - Investigación	10	IO EpT	3.57	35.7	
		Taller Compostaje - Innovación	15	IO EpT	3.57	53.55	
			CIRCULACIÓN DEL SECTOR 20 %				168.79
Administración y servicios generales	Atención general	Recepción	2	NRD2	9.3	18.60	378.25
		Sala de espera	15	NRD2	1.39	20.85	
	Servicio	Bodega General	1		15	15.00	
		Bodega de limpieza y jardinería	1	NRD2	45	45.00	
		Servicios Sanitarios M	3	NRD2	9.3	27.90	
		Servicios Sanitarios H	3	NRD2	9.3	27.90	
		Cuarto eléctrico	1	-	12	12.00	
		Cuarto hidráulico	1	-	12	12.00	
		Mantenimiento	1	-	10	10.00	
		Área de carga y descarga	4	NRD2	9.3	37.20	
		Área de almacenamiento de basura	2	NRD2	9.3	18.60	
		Comedor	2	NRD2	18.5	37.00	
	Privada	Secretaría general	2	NRD2	9.3	18.60	
		Archivo general	1	NRD2	9.3	9.30	
		Gerencia general	1	NRD2	9.3	9.30	
		Servicios Sanitarios	1	-	4	4.00	
		Sala de reuniones	6	-	25	25.00	
		Área de oficina	5		300	30.00	
			CIRCULACIÓN DEL SECTOR 20 %				75.65
Áreas complementarias	Social	Punto de acopio reciclaje	1	-	50	50	1404.5
		Área de estar Exterior	15	-	100	100	
		Área de juegos Exterior	15	-	135	135	
		Plaza	65	NRD2	9.3	604.5	
		Cafetería	10	-	115	115	
		huerto	25	-	400	400	
			CIRCULACIÓN DEL SECTOR 20 %				280.9

Tabla 17. Cuadro del programa arquitectónico
Elaboración propia

Estacionamiento según DDE	Para otros tipos de establecimientos educativos se requiere 1/18 m2	(+) 5% para discapacitados	2	20	1160
	Área 633.55	Cant. De parqueos mín.	36	360	
	Para otras actividades ocio 1/50 m2	(+) 5% para discapacitados	2	20	
	Área 1404.50	Cant. De parqueos mín.	29	290	
	Para oficina se requiere 1/35 m2	(+) 5% para discapacitados	1	10	
	Área 378.25	Cant. De parqueos mín.	11	110	
	Para producción, reparación o almacenamiento de productos 1/200 m2	(+) 5% para discapacitados	2	20	
	Área 6471.20	Cant. De parqueos mín.	33	330	
CIRCULACIÓN DEL SECTOR 20 %					232
TOTAL CIRCULACION					2051.58
TOTAL ÁREAS DE USO					10257.90
ÁREAS TOTALES					12309.48

Tabla 18. Cálculo del estacionamiento.
Fuente: Elaboración propia.

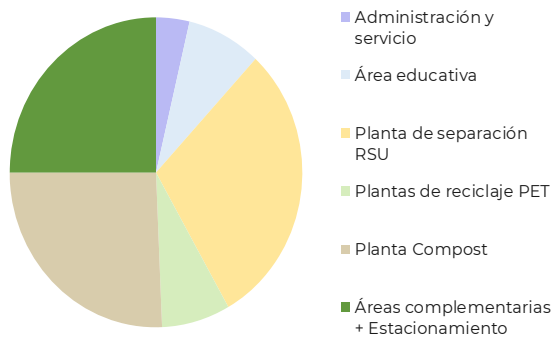


Figura 90. Gráficas porcentaje de áreas.
Elaboración propia.

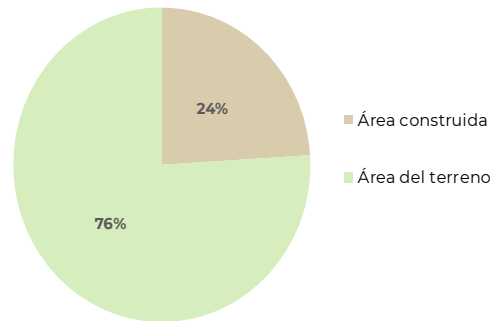


Figura 89. Porcentaje área de ocupación
Elaboración propia.

4.3. Premisas de diseño

Las premisas⁶² surgen de un análisis profundo de las necesidades del proyecto, el contexto en el que se inserta, y los objetivos que se pretenden alcanzar. Establecen los lineamientos esenciales que determinan cómo se abordarán aspectos clave como la funcionalidad, la relación con el entorno ambiental, la forma arquitectónica, y las soluciones técnicas y constructivas.

Para una lectura más clara, muchas de estas premisas están vinculadas a las normativas que guían el proyecto, principalmente el **Acuerdo Gubernativo 164-2021, Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes** y el **Modelo Integrado de Evaluación Verde, MIEV**. Para señalar esta conexión, se utilizará un símbolo [✓] a modo de *check*, indicando así su fundamento.

4.3.1. Funcionales

Estas premisas definen cómo se organizarán los espacios, cómo se facilitará la circulación de personas y materiales, y cómo se optimizarán los procesos para garantizar la eficiencia y la seguridad en todas las áreas del centro.

⁶² ChatGPT (OpenAI). *Serie de croquis arquitectónicos conceptuales para proyecto de centro de acopio, reciclaje y educación ambiental Patulul, Suchitepéquez*. Imágenes generadas con asistencia de inteligencia artificial. 2026. <https://chat.openai.com>. Imágenes generadas con asistencia de inteligencia artificial

CRITERIO

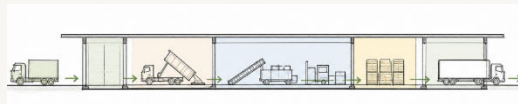
DESCRIPCIÓN

GRÁFICA

Flujo de trabajo



Establecer una zonificación operativa secuencial basada en diagramas de flujo industrial. El diseño debe permitir que el tratamiento de residuos se realice de forma continua y sin cruces, optimizando los tiempos de traslado entre estaciones.



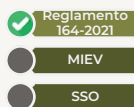
Circulaciones



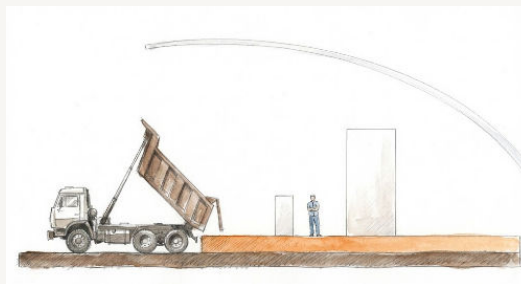
Garantizar vías de circulación eficientes para el transporte de residuos, las rutas deben contar con radios de giro amplios y secciones viales sin interrupciones, permitiendo que el transporte de residuos rodee el terreno sin interferir con las actividades internas del centro.



Nivel



Diseñar espacios horizontales conectados entre sí, evitando desniveles y escalones. Esto permitirá el fácil acceso del personal para la manipulación de residuos en el área de tratamiento, específicamente, en las edificaciones dedicadas a la separación y compost.

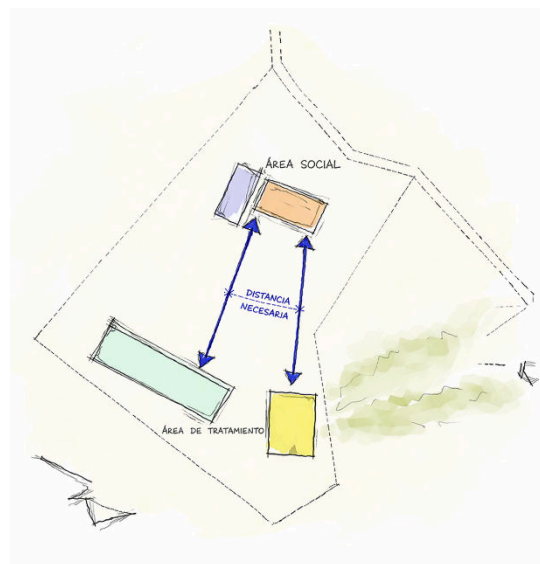


Ubicación



Configurar el emplazamiento del conjunto arquitectónico, cumpliendo estrictamente con los distanciamientos mínimos exigidos por el **Acuerdo Gubernativo 164-2021**, entre las áreas operativas y el entorno construido. El diseño debe garantizar:

- 100 metros lineales de separación para las áreas de Transferencia (Separación) y 25 metros lineales la planta de Tratamiento (compostaje) respecto al inmueble más cercano.
- 10 metros lineales de separación para las áreas de Recuperación y Reciclaje (PET) respecto al inmueble más cercano.



Bioseguridad



Implementar núcleos de higiene ocupacional (vestidores, duchas y áreas de descontaminación) para el personal en cada planta y una estación de lavado para maquinaria y equipo de recolección, situados estratégicamente para mitigar la contaminación.

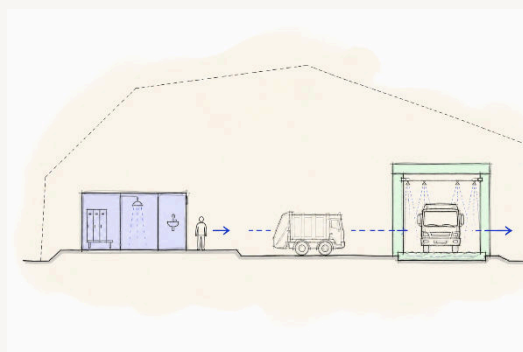


Tabla 19. Premisas Funcionales

Elaboración propia con asistencia de imagen de IA.

4.3.2. Morfológicas

Las premisas morfológicas se enfocan en la forma y la estética del proyecto, considerando cómo la arquitectura del *Centro de Acopio, Reciclaje y Educación Ambiental* se relacionará visual y espacialmente con su entorno. Aquí se aborda la volumetría, la disposición de las edificaciones y la integración con el paisaje, asegurando que el diseño no solo sea funcional, sino también coherente con el contexto y visualmente atractivo.

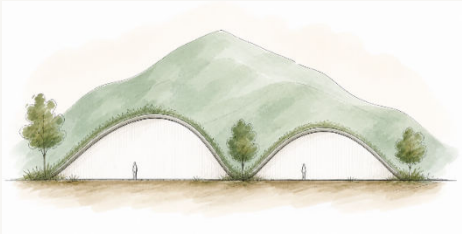
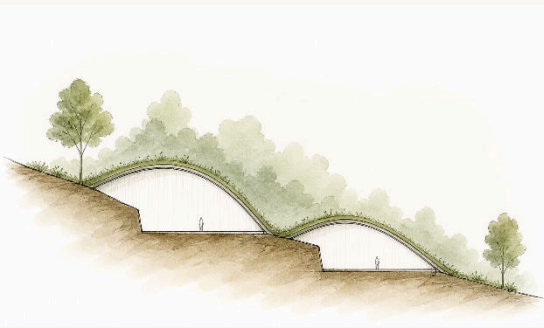
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	GRÁFICA
Integración con el entorno	Diseñar la estructura de modo que se integren visualmente con el paisaje, utilizando formas orgánicas haciendo referencia a las montañas.	
Paisajismo ☐ Reglamento 164-2021 ☒ MIEV ☐ SSO	Mantener más de 80 % de la vegetación existente (árboles) e integrarla al proyecto para producir sombra y proveer confort climático a los espacios de educación, administración y áreas comunes.	
Pendiente ☐ Reglamento 164-2021 ☒ MIEV ☐ SSO	Adaptar el diseño a la pendiente natural del proyecto. Para evitar grandes movimientos de tierra y evitando impactar en el balance del ecosistema, logrando que la estructura se integre armónicamente al perfil del paisaje de Patulul.	

Tabla 20. Premisas morfológicas

Elaboración propia con asistencia de imagen de IA.

4.3.3. Tecnológicas - constructivas

Las premisas técnico-constructivas se refieren a los aspectos estructurales y de construcción del proyecto, estableciendo las bases para la selección de materiales, tecnologías y métodos de construcción que se utilizarán. Estas premisas aseguran que el proyecto sea viable desde un punto de vista técnico, garantizando la estabilidad, durabilidad y seguridad de las edificaciones.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	GRÁFICA
Eficiencia en el uso del agua Reglamento 164-2021 MIEV SSO	Implementar sistemas de captación y reutilización de agua pluvial, así como tecnologías de bajo consumo para reducir el desperdicio y promover la sostenibilidad hídrica.	
Luces medianas estructura	Utilizar sistemas estructurales para luces medianas, en acero, en el área de bodega y tratamiento de desechos que permitan albergar la maquinaria y no interrumpir el flujo de trabajo.	
Sistema estructural mixto	Debido a la variabilidad del tamaño de las luces, se usarán sistemas mixtos para compensar.	

Eficiencia eléctrica

Integrar paneles solares que aprovechen la incidencia solar directa de la región, para optimizar el consumo energético de la planta mediante el uso de energías renovables mitigando la huella de carbono.

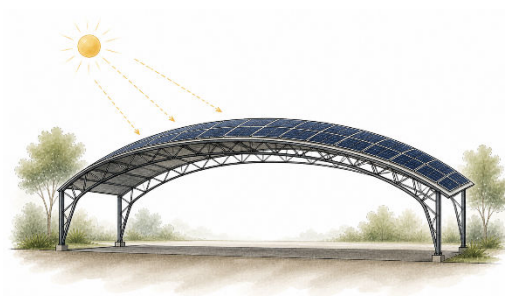


Tabla 21 Premisas Tecnológicas-Constructivas
Elaboración propia con asistencia de imagen de IA.

4.3.4. Ambientales

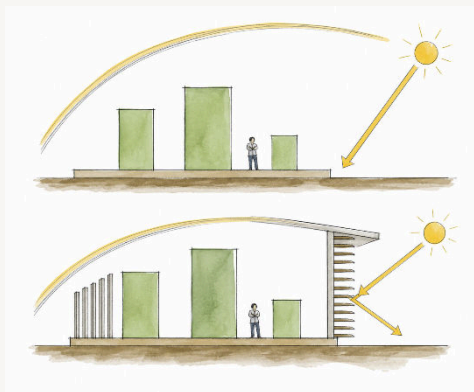
Las premisas ambientales están orientadas a minimizar el impacto del proyecto sobre el entorno natural y a integrar el diseño con el contexto ecológico local. Este tipo de premisas considera factores como la conservación de áreas verdes, la gestión adecuada de recursos hídricos, y la maximización del uso de energías renovables.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	GRÁFICA
Vegetación ☒ Reglamento 164-2021 ☒ MIEV ☐ SSO	Implementar barreras vegetales perimetrales mediante la conservación y densificación de la vegetación nativa de grande y mediana altura, funcionando como pantallas de mitigación para el control de ruido, olores y partículas en suspensión.	
Orientación ☒ Reglamento 164-2021 ☒ MIEV ☐ SSO	Orientar, en la medida de lo posible, las edificaciones al noreste para aprovechar la iluminación natural y vientos predominantes durante mayor tiempo.	

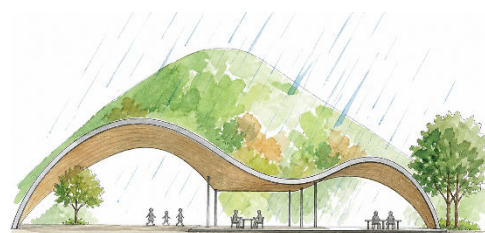
Protección



Implementar dispositivos de protección solar pasiva en las fachadas este, oeste y sur, para mitigar la ganancia térmica directa y optimizar el confort térmico en el interior de los espacios.



Techar áreas exteriores estratégicas y utilizar voladizos para proteger de las lluvias, en el área educacional y áreas comunes.



Drenajes



Implementar un sistema de drenaje separado para recolectar y tratar lixiviados en las áreas de tratamiento de residuos y compostaje, dirigiéndolos a una planta de tratamiento antes de su liberación al ambiente.

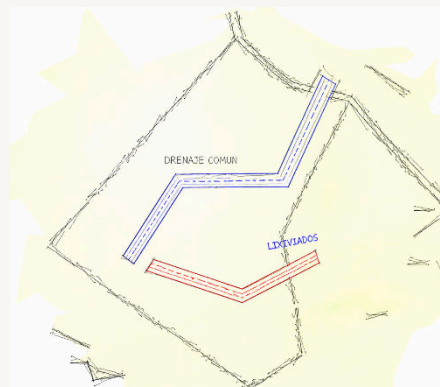


Tabla 22. Premisas Ambientales

Elaboración propia con asistencia de imagen de IA.

4.4. Fundamentación conceptual

En este proyecto, se integran los principios de la arquitectura sustentable, que promueve un diseño respetuoso con el medioambiente, y de la arquitectura orgánica, que busca una armonía visual y funcional entre el edificio y su entorno natural.

Además, se utilizará una metáfora conceptual aludiendo al paisaje (montañas) y que va de la mano con una forma orgánica. Se pretende mimetizar la edificación con su entorno.

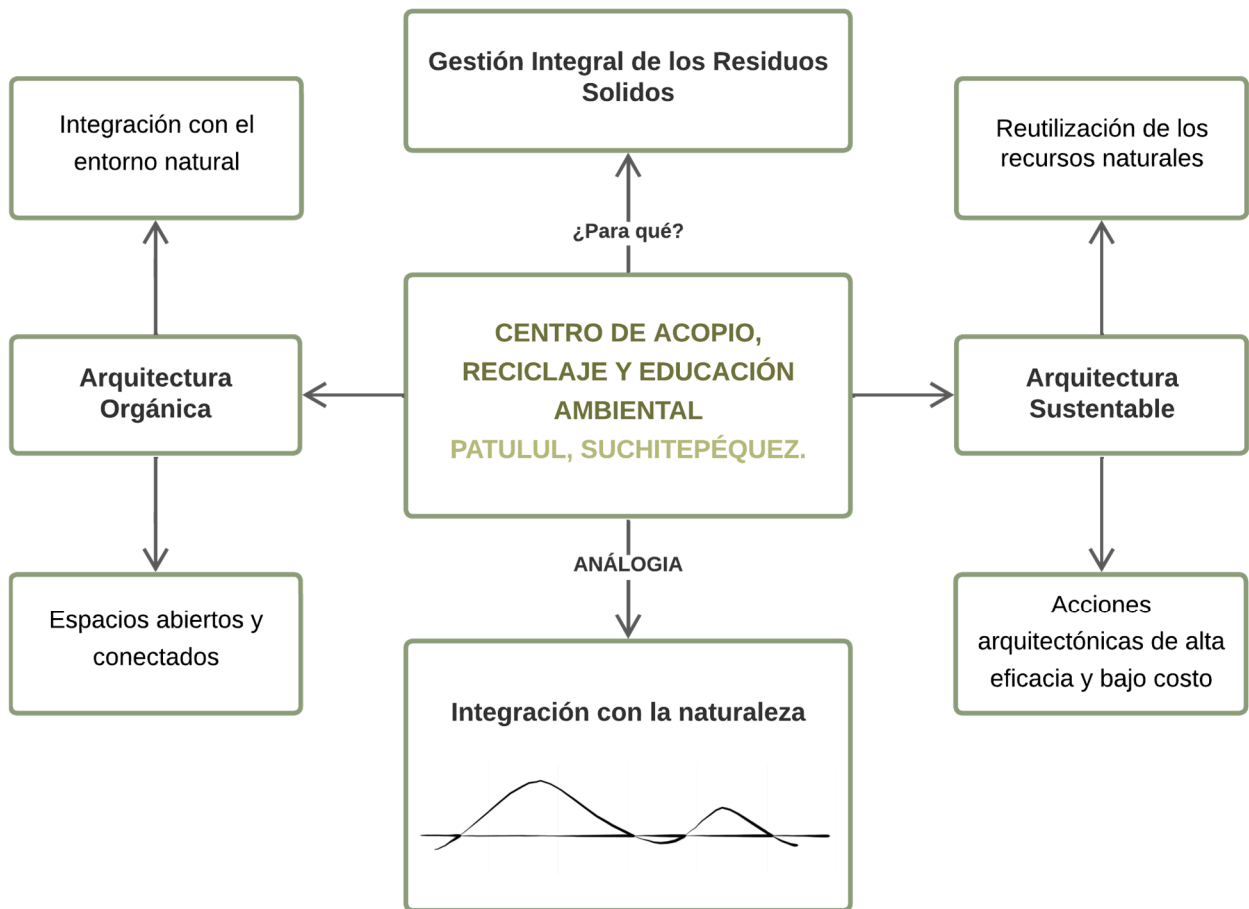


Figura 91. Mapa conceptual idea
Elaboración propia.

4.5. Técnicas de diseño

Para abordar el diseño del proyecto, se emplearán diagramas de flujo como herramienta técnica clave. Estos diagramas permitirán visualizar y organizar las relaciones entre las diferentes funciones del espacio, asegurando que la

forma del edificio sea una consecuencia directa de su función. Sin embargo, en situaciones donde factores externos, como el ambiente y el contexto natural, ofrezcan oportunidades para enriquecer el diseño, se aprovecharán para dictar y refinar la forma, buscando siempre un equilibrio entre funcionalidad y estética.

4.5.1. Diagramas

4.5.1.1. Diagrama de flujo GIRS

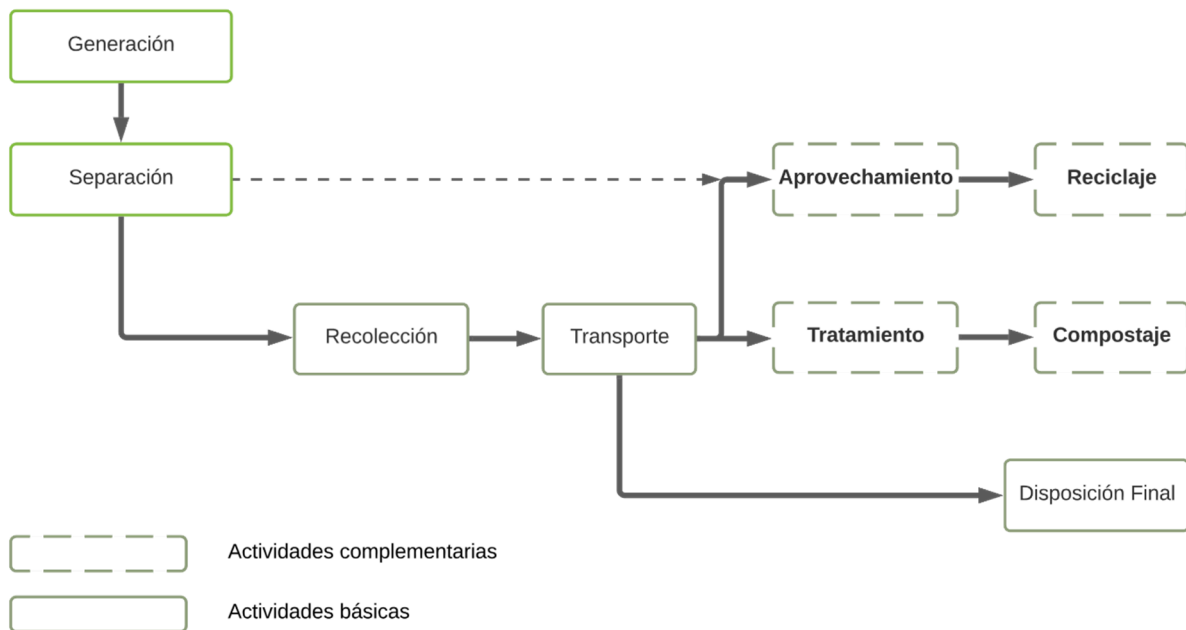


Figura 92. Diagrama de flujo de Gestión integral de los RSM.
Elaboración propia.

4.5.1.2. Diagrama de flujo planta de separación de residuos

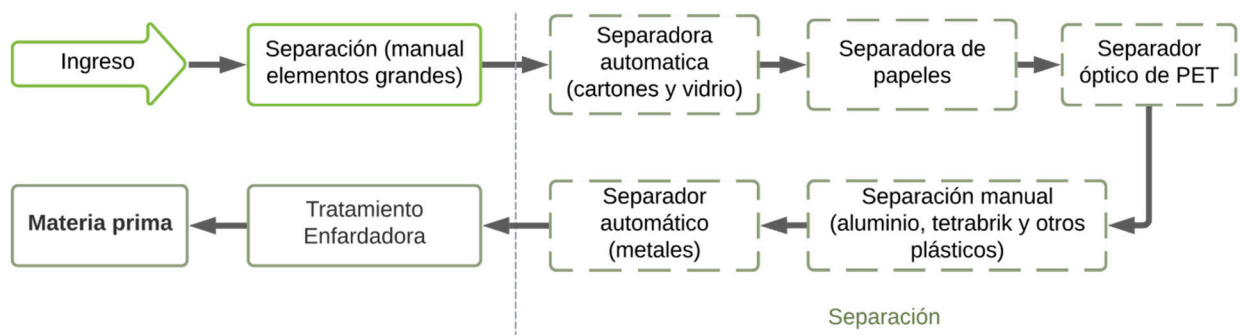


Figura 93. Diagrama de flujo de separación de residuos.
Elaboración propia con base en el Centro de Reciclaje de Argentina.

4.5.1.3. Diagrama de flujo planta de compost

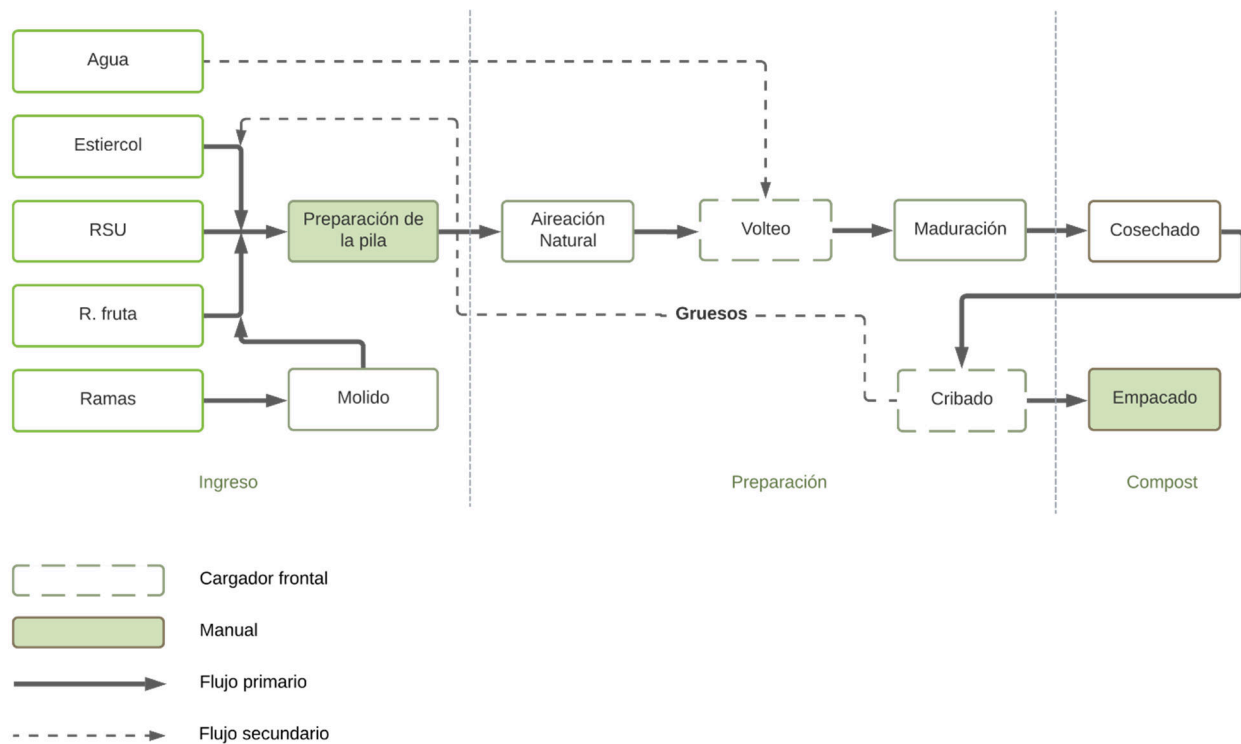


Figura 94. Diagrama de proceso de una PdC parcialmente mecanizada.

Fuente: Adaptado de *Manual de Compostaje Municipal. Tratamiento de residuos sólidos urbanos. Semanart.*

4.5.1.4. Diagrama de flujo relleno sanitario

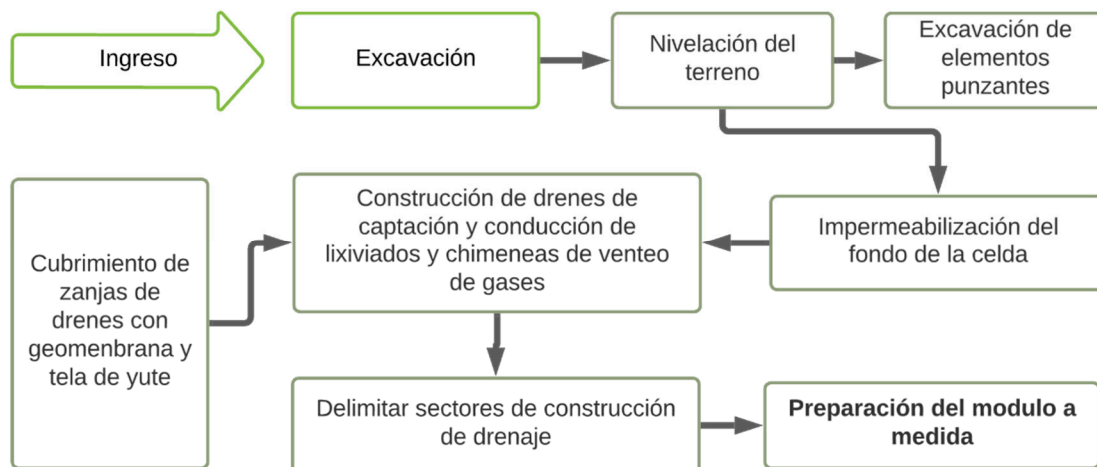


Figura 95. Diagrama simplificado del proceso de construcción y disposición de los desechos en el relleno sanitario.

Fuente: José Marcelo en la *Guía de elementos técnicos de referencia para la intervención en materia de Gestión de Residuos Sólidos (RS) basada en el caso del municipio de Ambato.*

4.5.1.5. **DIAGRAMA DE ZONIFICACIÓN**

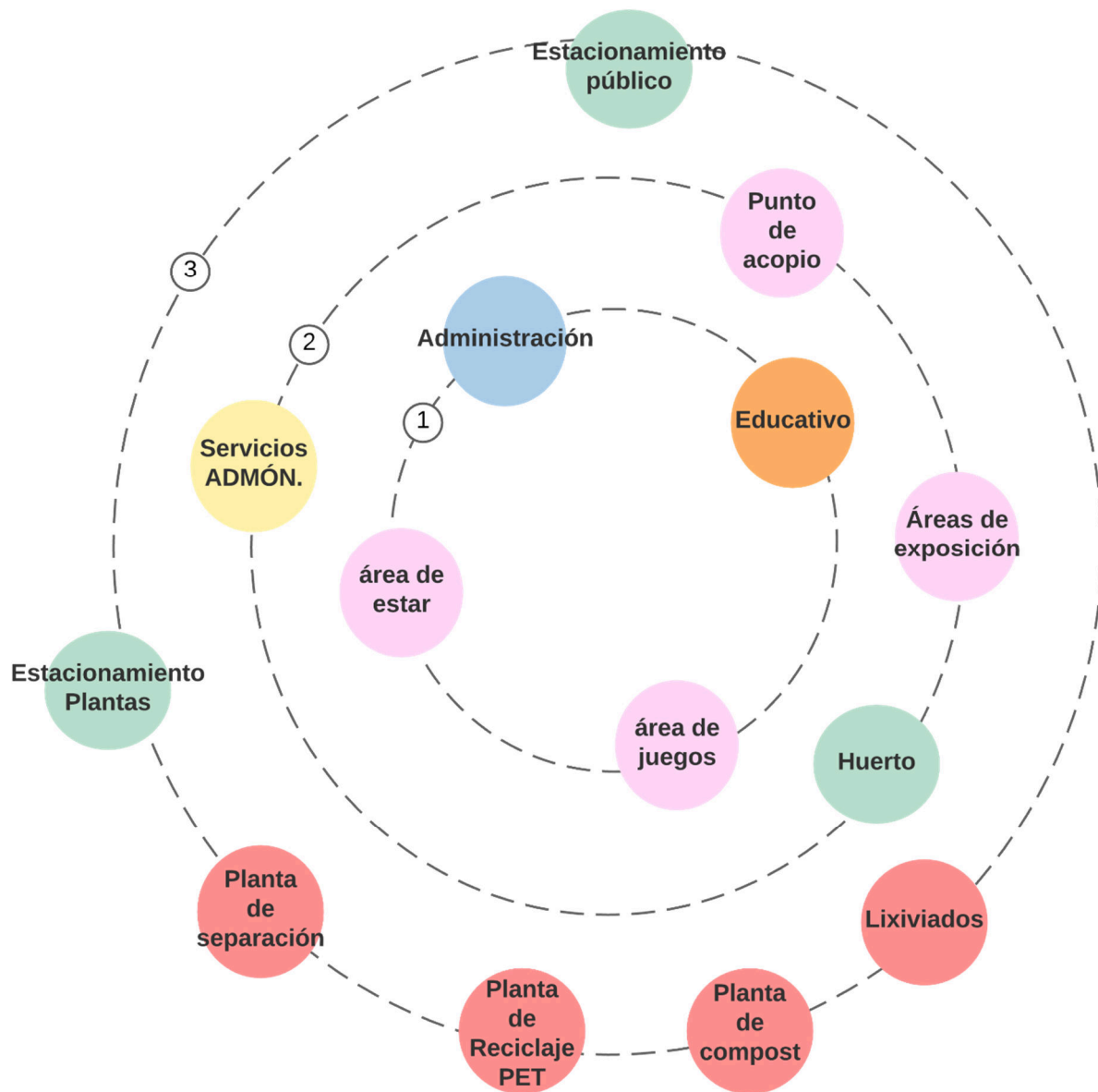


Figura 96. Diagramas
Elaboración propia.

4.5.1.6. Diagrama de relaciones

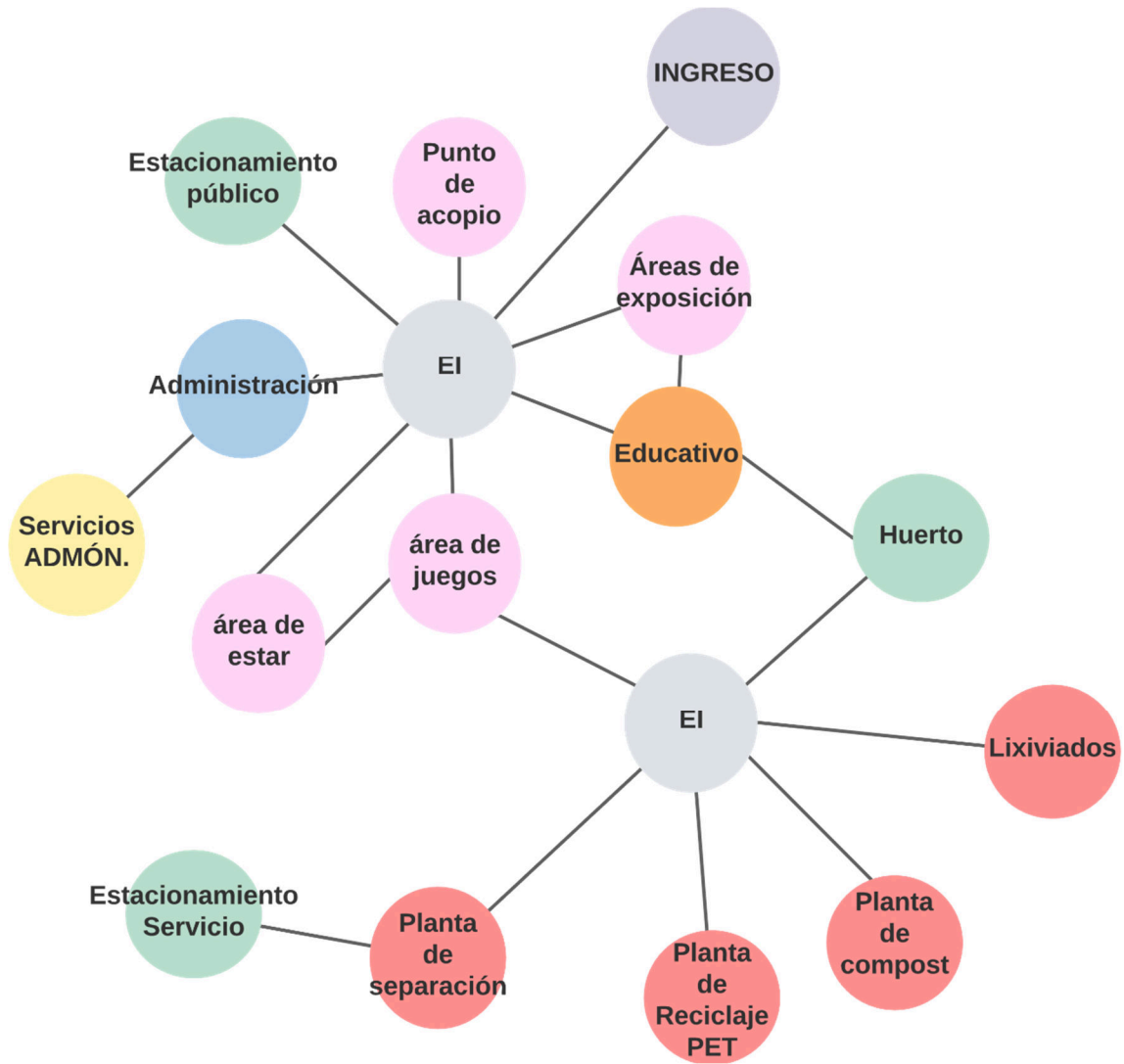


Figura 97. Diagrama de relaciones.
Elaboración propia.

4.5.1.7. Diagrama de circulaciones

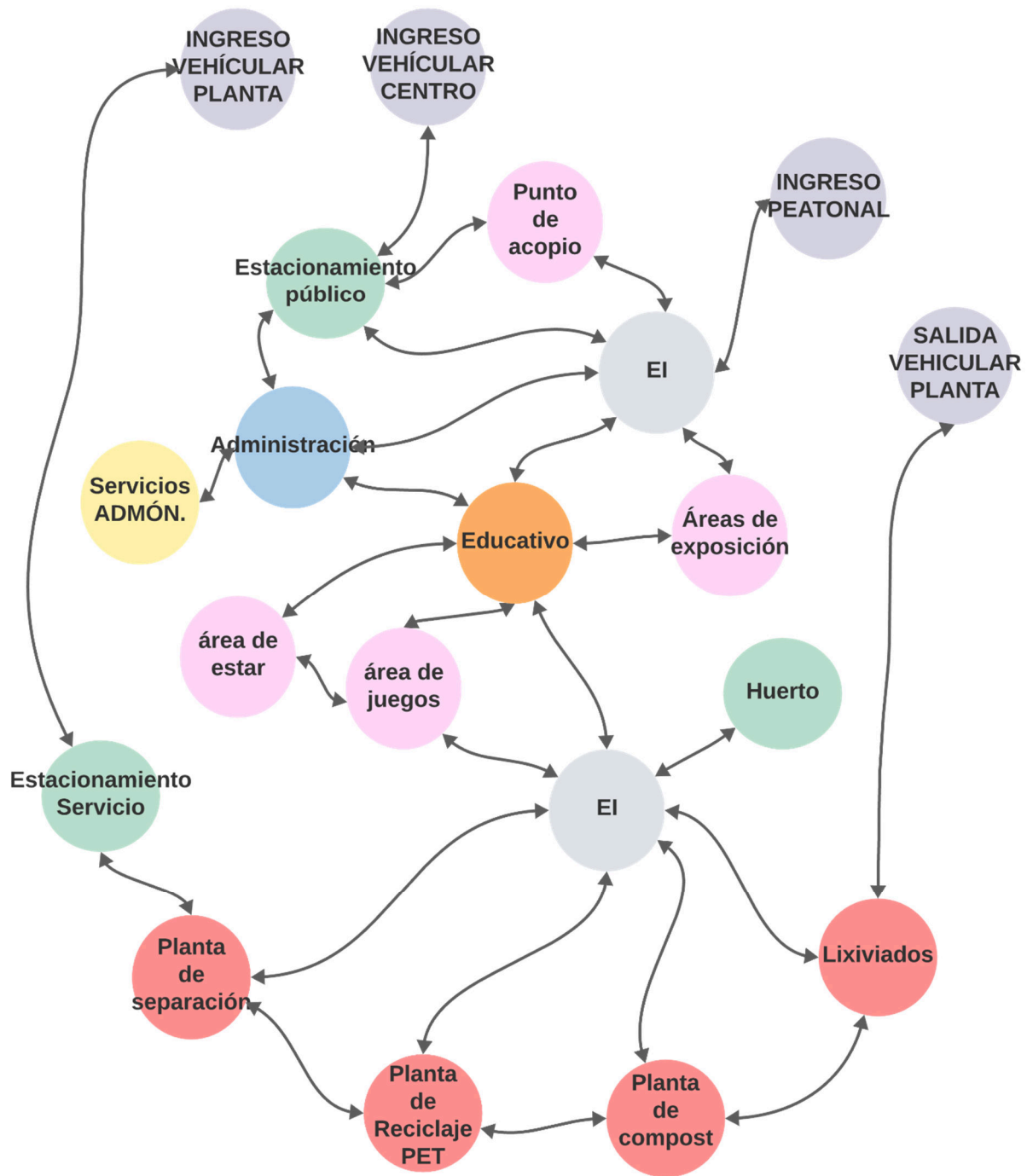


Figura 98. Diagrama de circulaciones.

Elaboración propia.

4.5.1.8. Diagrama de flujos



Figura 99. Diagrama de flujos
Elaboración propia.

4.5.1.9. Diagrama de burbujas



Figura 100. Diagrama de burbujas.
Elaboración propia.

4.5.2. Configuración de la forma

La implantación de los elementos arquitectónicos en el proyecto se ha guiado conforme a las curvas naturales del terreno, situándolos a lo largo de las curvas.



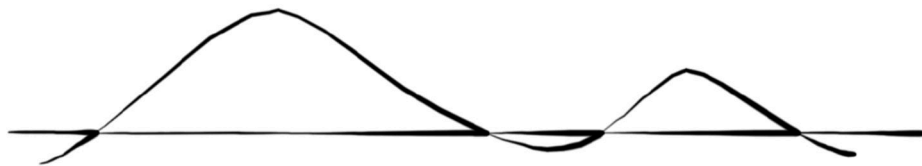
Figura 101. Terreno del proyecto

Elaboración propia.

La forma del edificio principal se inspira en los elementos del paisaje circundante, evocando las siluetas de las montañas que se observan en el horizonte y el volcán de Atitlán en la distancia. Este enfoque logra que el edificio refleje visualmente el entorno y se integre armoniosamente con el contexto natural.



Vista al volcán Atitlán desde el Estadio de Patulul, Suchitepéquez.



En el diseño estructural, se tomó inspiración de los árboles, representando sus troncos y raíces en las columnas que sostienen la cubierta orgánica del edificio. Estas columnas están configuradas para asemejarse a raíces que emergen de la tierra y se entrelazan en una estructura, brindando soporte a la cubierta de una manera estética y simbólica. El uso de estas formas orgánicas crea la sensación de estar inmerso en un bosque natural.



Árbol de Matiliguat



CAPÍTULO 5. PROYECTO

Este capítulo sintetiza todas las fases previas del proceso de diseño, llevando a cabo la materialización de la idea en un proyecto arquitectónico concreto. Finaliza con la propuesta arquitectónica del *Centro de Acopio, Reciclaje y Educación Ambiental en Patulul, Suchitepéquez*, reflejando una solución integral que responde a los objetivos planteados, optimizando el espacio y asegurando su funcionalidad y eficiencia.



5.1. Descripción del proyecto

El **Centro de Acopio, Reciclaje y Educación Ambiental en Patulul, Suchitepéquez** es un proyecto diseñado para atender las necesidades de la comunidad en cuanto a la gestión sostenible de residuos sólidos. Este espacio busca, no solo tratar y procesar los desechos de manera eficiente, sino también, educar a la población en prácticas de reciclaje y cuidado ambiental.

El proyecto está dividido en dos fases:

Fase I: Se enfoca en la educación y gestión básica de residuos. Incluye:

- Área de **educación ambiental** para capacitar y sensibilizar a la comunidad.
- Una **planta de separación de residuos** donde se clasificarán y almacenarán los materiales reciclables.
- Una **planta de compostaje** para procesar residuos orgánicos y generar abono, dado que más del 50 % de los desechos generados son de este tipo.
- Área para piscinas de lixiviados.

Fase II: Se centra en la recuperación de materiales específicos. En esta etapa se construirán una planta adicional:

- **Planta de recuperación de PET**, destinada al reciclaje de plásticos.

5.2. Centro de Acopio, Reciclaje y Educación Ambiental en Patulul, Suchitepéquez





FASE 1

- 1 Parqueo público
- 2 Plaza
- 3 Plaza verde
- 4 Área de carga y descarga
- 5 Huerto
- 6 Administración
- 7 Centro de Educación
- 8 Áreas estar exteriores
- 9 Parqueo empleados
- 10 Planta de separación
- 11 Planta de tratamiento Compost
- 12 Piscinas de lixiviados

FASE 2

- 13 Planta de recuperación PET

SIMBOLOGÍA

- ➡ Ingreso principal
- ➡ Ingreso servicio

El proyecto se divide en dos fases clave.

La **Fase 1** se centra en construir el área educativa, la planta de separación de residuos y la planta de compostaje. Estas áreas iniciales establecieron la base educativa y operativa del centro, promoviendo la sostenibilidad y la gestión de residuos en la comunidad.

En la **Fase 2**, se añade una planta de recuperación de materiales PET. Esta expansión permite una mayor capacidad de reciclaje y optimizar la gestión de materiales, avanzando hacia un sistema integral de manejo de residuos sólidos.

CONJUNTO



Huerto



Punto de acopio



Parada de bus interior

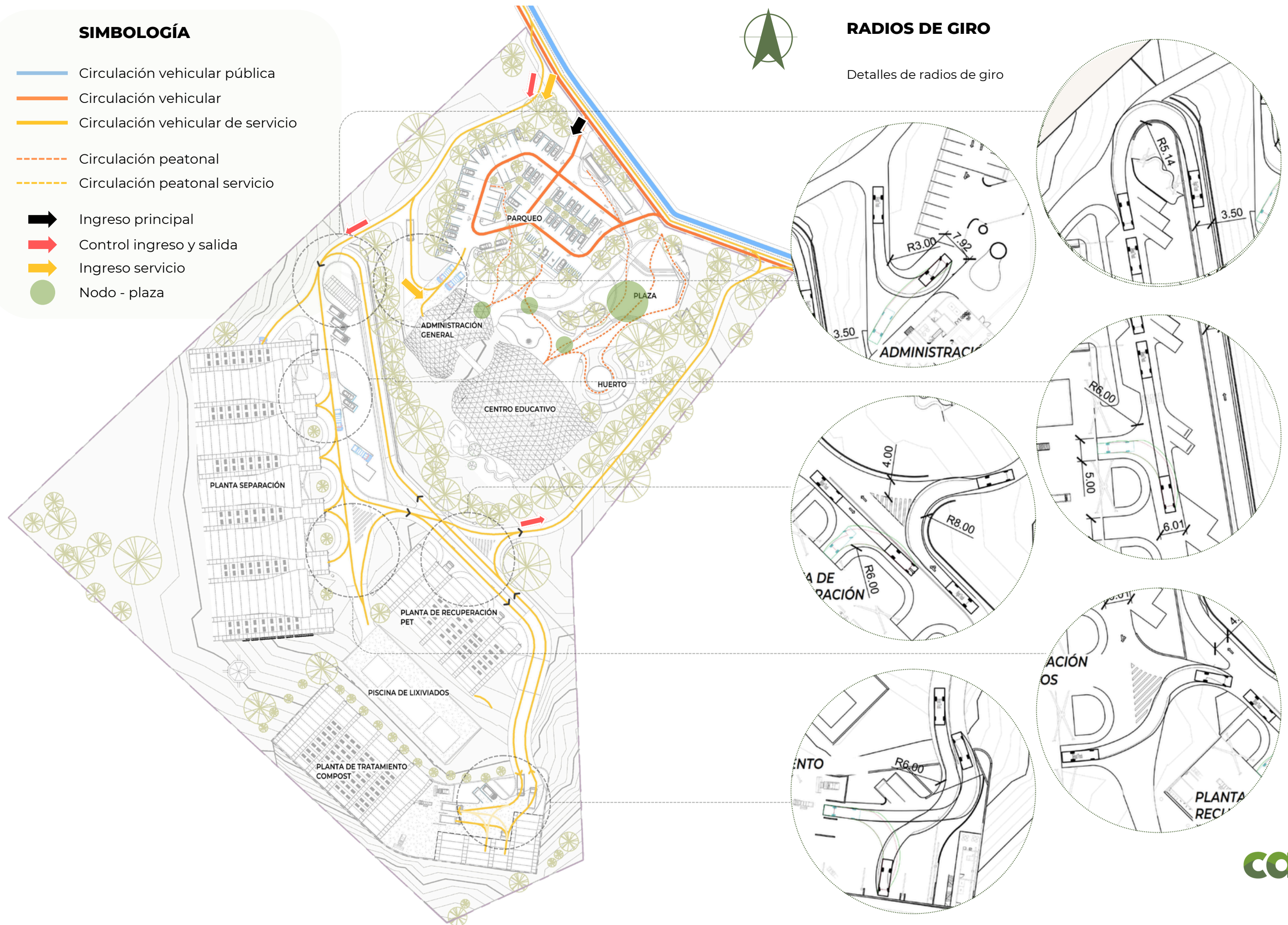
SIMBOLOGÍA

- Circulación vehicular pública
- Circulación vehicular
- Circulación vehicular de servicio
- - - Circulación peatonal
- - - Circulación peatonal servicio
- ➡ Ingreso principal
- ➡ Control ingreso y salida
- ➡ Ingreso servicio
- Nodo - plaza



RADIOS DE GIRO

Detalles de radios de giro



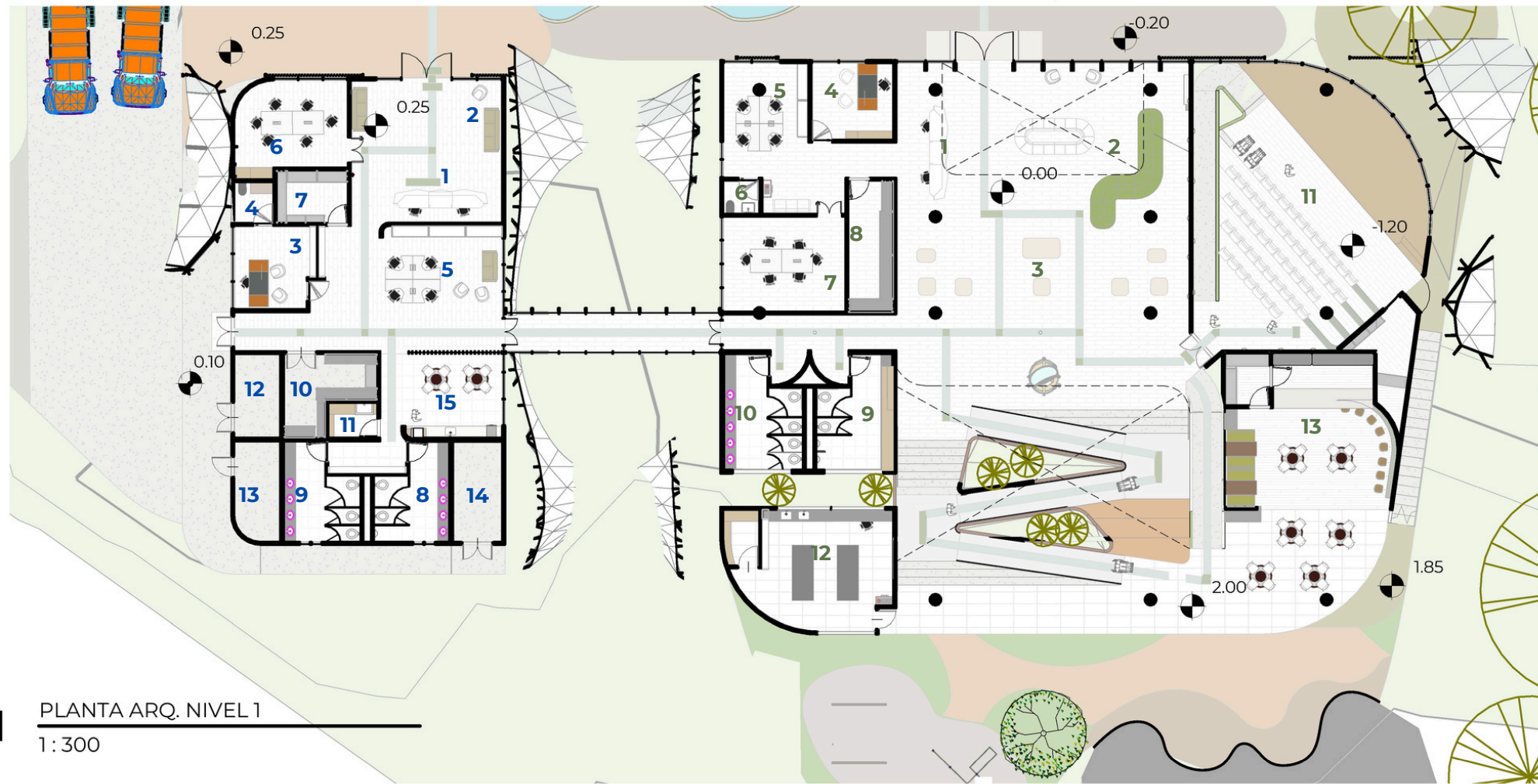
CIRCULACIONES CONJUNTO

CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
PATULUL, SUCHITÉPEQUEZ.



Ubicación

1 PLANTA ARQ. NIVEL 1
1: 300



2 PLANTA ARQ. NIVEL 2
1: 300

SIMBOLOGÍA

Centro Educativo - Nivel 1

- 1 Recepción
- 2 Sala de espera
- 3 Exposiciones temporales
- 4 Oficina
- 5 Área de trabajo oficina
- 6 S.S. privado
- 7 Sala de reuniones
- 8 Archivo
- 9 S.S. Hombres
- 10 S.S. Mujeres
- 11 Auditorio
- 12 Laboratorio
- 13 Cafetería

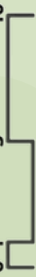
Centro Educativo - Nivel 2

- 14 Taller Reciclaje- Investigación
- 15 Taller Reciclaje - Innovación
- 16 Taller Compost - Investigación
- 17 Taller Compost - innovación
- 18 Taller Artesanías - Investigación
- 19 Taller Artesanías - innovación

Administración - Nivel 1

- 1 Recepción
- 2 Sala de espera
- 3 Gerencia
- 4 S.S. privado
- 5 Área de trabajo oficina
- 6 Sala de reuniones
- 7 Archivo
- 8 S.S. Hombres
- 9 S.S. Mujeres
- 10 Bodega
- 11 Cuarto de limpieza
- 12 Mantenimiento
- 13 Cuarto eléctrico
- 14 Cuarto hidráulico
- 15 Cocineta

Esc. 1:300

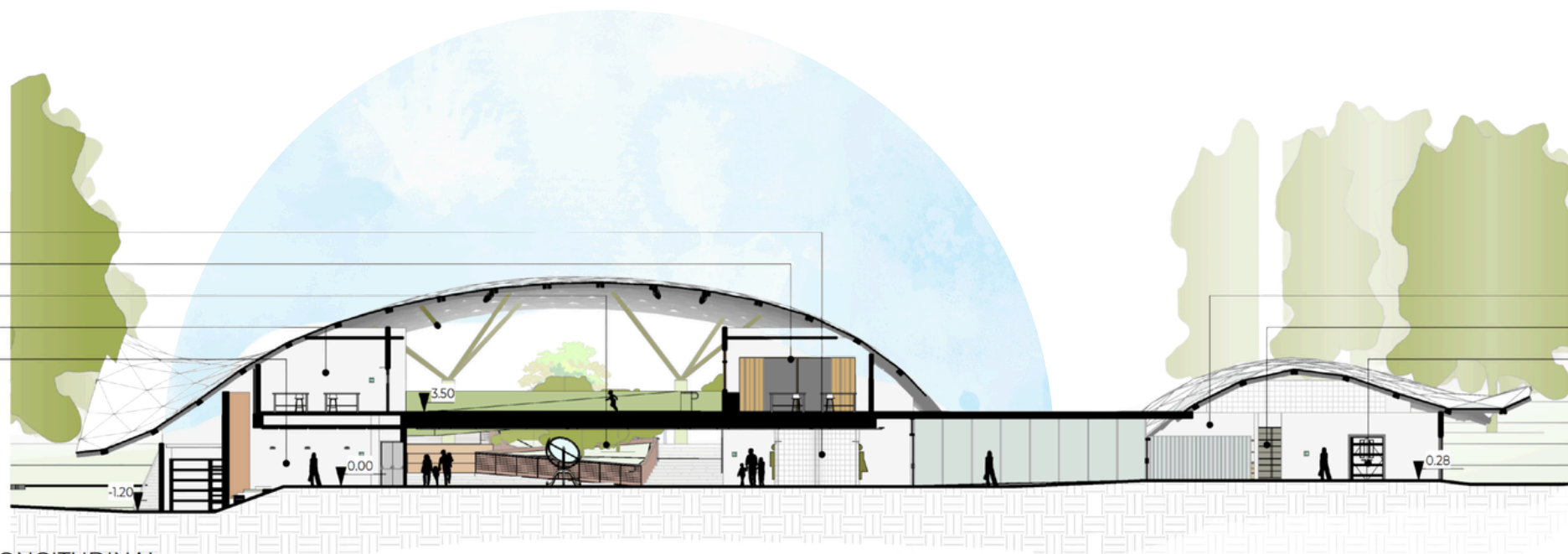


PLANTA ARQUITECTÓNICA CENTRO EDUCATIVO + ADMINISTRACIÓN

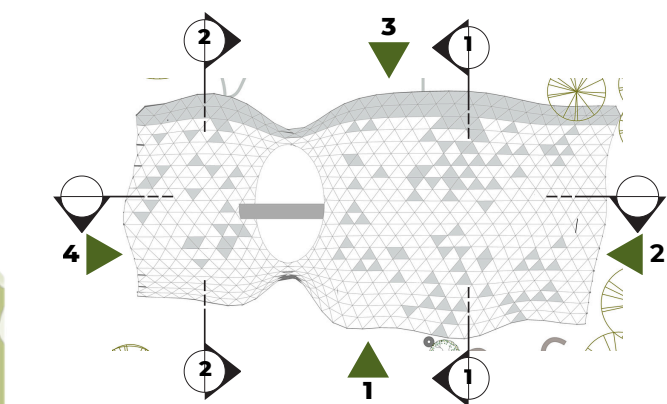
CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
PATULUL, SUCHITÉPEQUEZ.

care

S.S. PÚBLICO
TALLER RECICLAJE
EXPOSICIONES
TALLER ARTESANÍAS
AUDITORIO EDUCATIVO

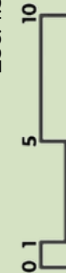


1 SECCIÓN LONGITUDINAL
1:300



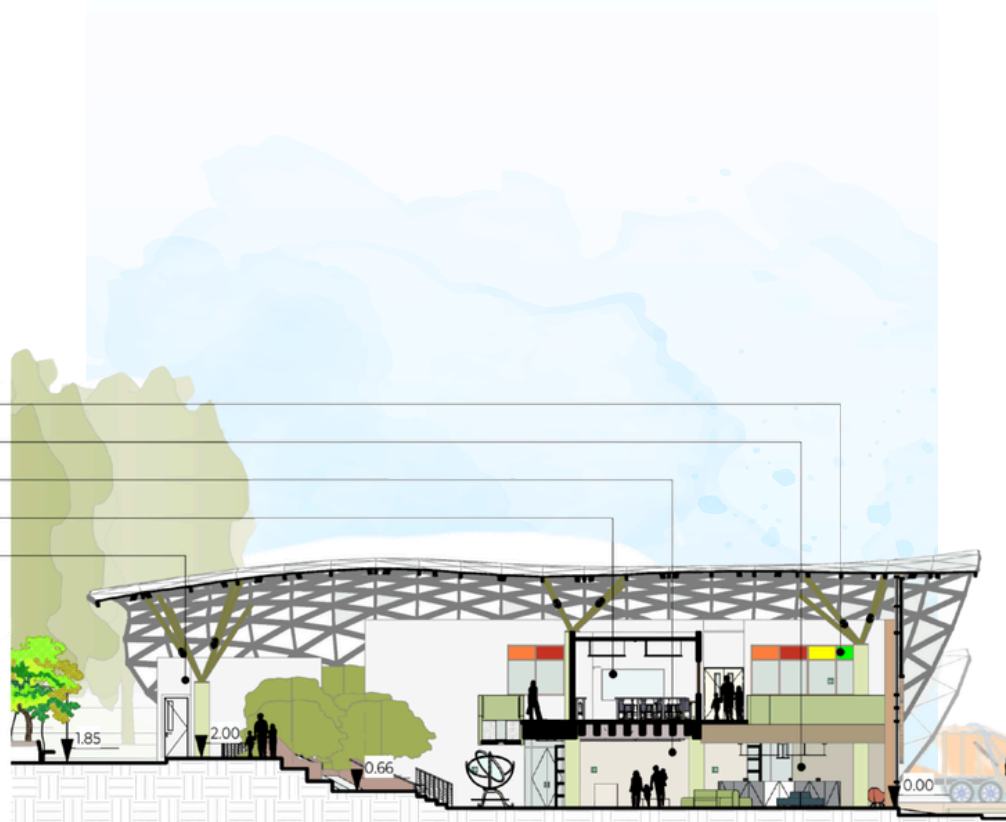
COCINA
S.S. EMPLEADOS
BODEGA

Esc. 1:300



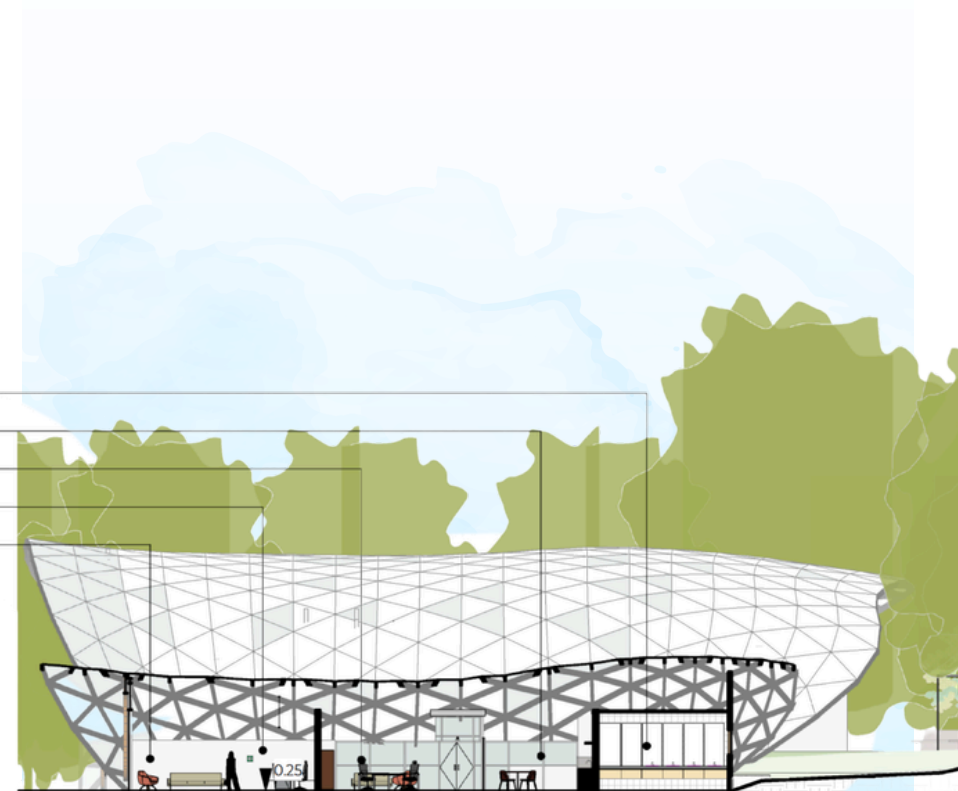
SECCIONES CENTRO EDUCATIVO + ADMINISTRACIÓN

TALLER RECICLAJE
RECEPCIÓN
EXPOSICIONES
TALLER COMPOST
LABORATORIO



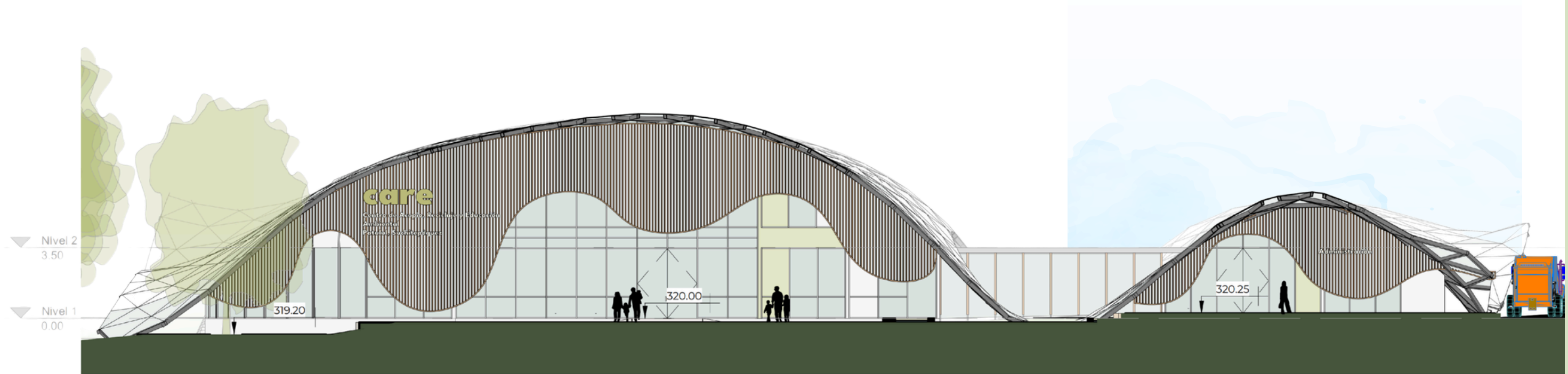
2 SECCIÓN TRANSVERSAL 1
1:300

S.S. HOMBRES
COCINA
ÁREA DE TRABAJO
RECEPCIÓN
SALA DE ESPERA

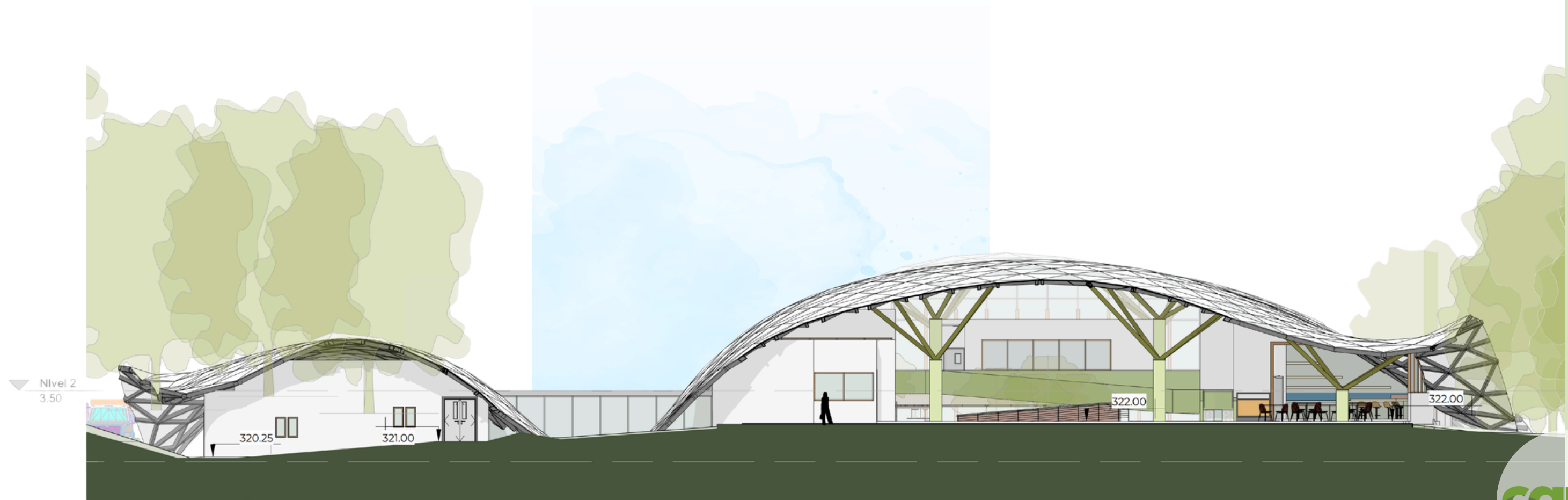


3 SECCIÓN TRANSVERSAL 2
1:300

CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE Y EDUCACIÓN AMBIENTAL PATULUL, SUCHITÉPEQUEZ.



01 ELEVACIÓN FRONTAL
Esc. 1:200



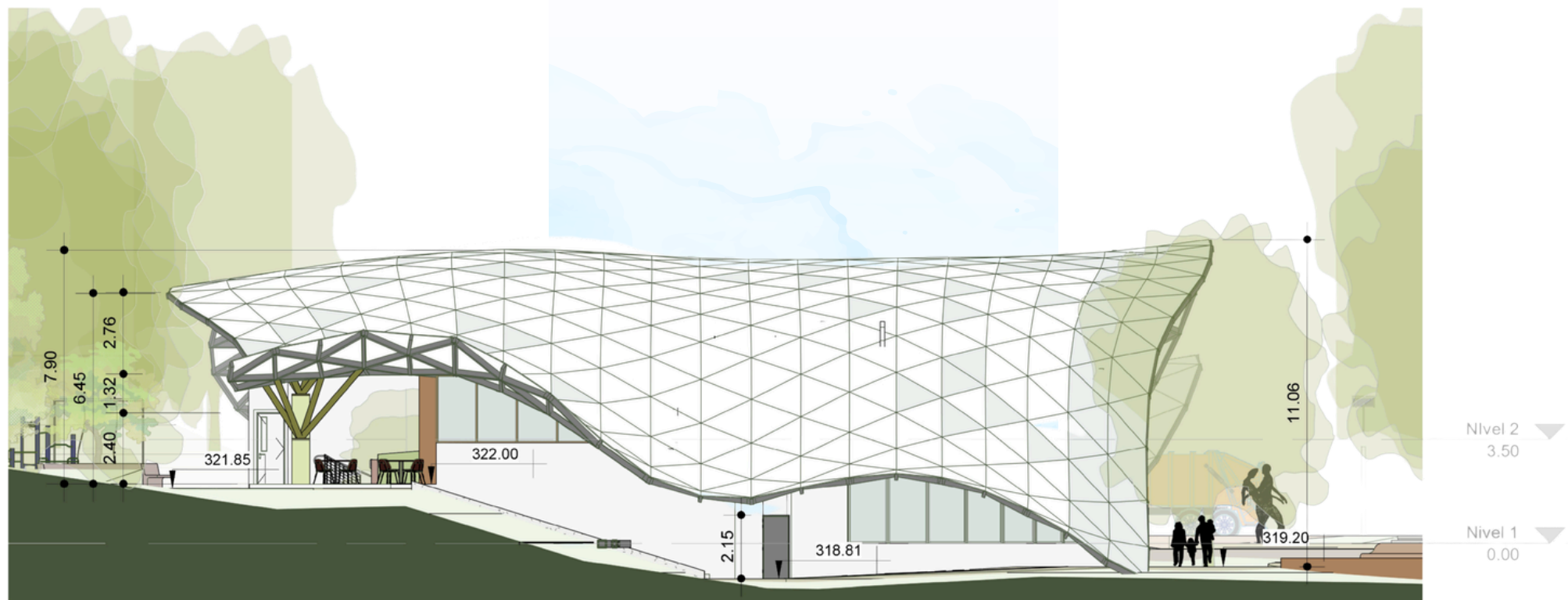
02 ELEVACIÓN POSTERIOR
Esc. 1:200

Esc. 1:300
0.1 5 10

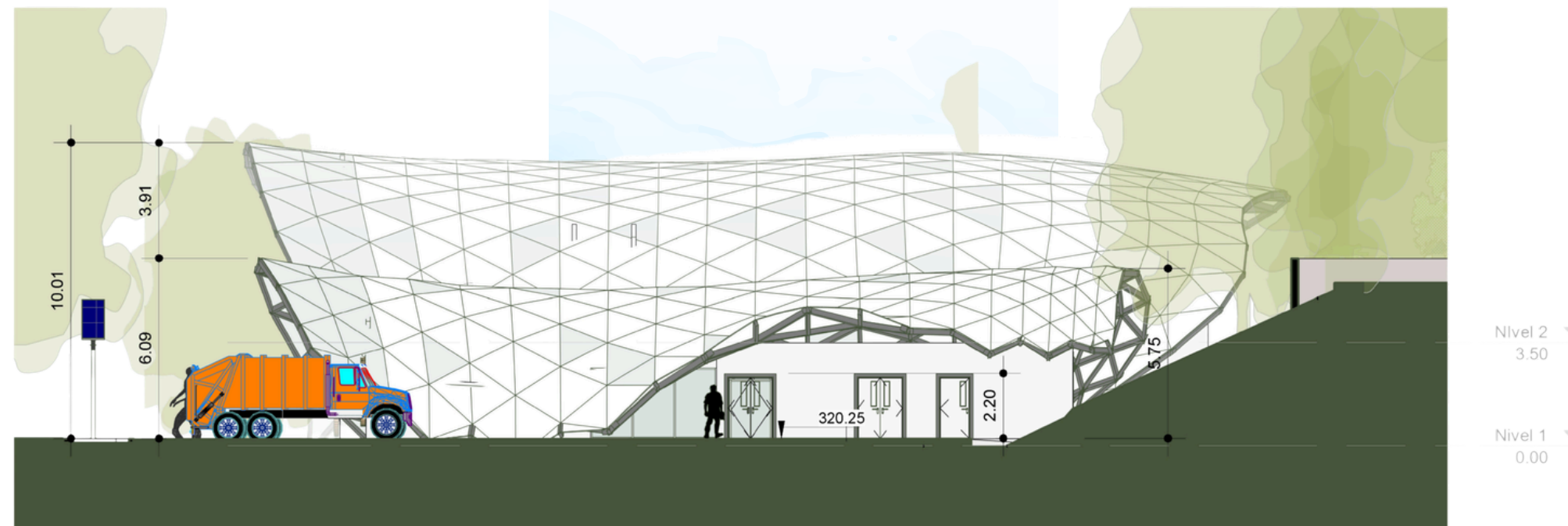
ELEVACIONES
CENTRO EDUCATIVO + ADMINISTRACIÓN

**CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
PATULUL, SUCHITÉPEQUEZ.**

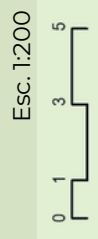
care



01 ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA
Esc. 1:200



02 ELEVACIÓN LATERAL DERECHA
Esc. 1:200



ELEVACIONES

CENTRO EDUCATIVO + ADMINISTRACIÓN

CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
PATULUL, SUCHITÉPEQUEZ.

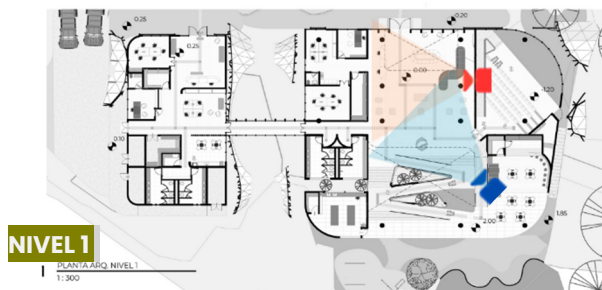
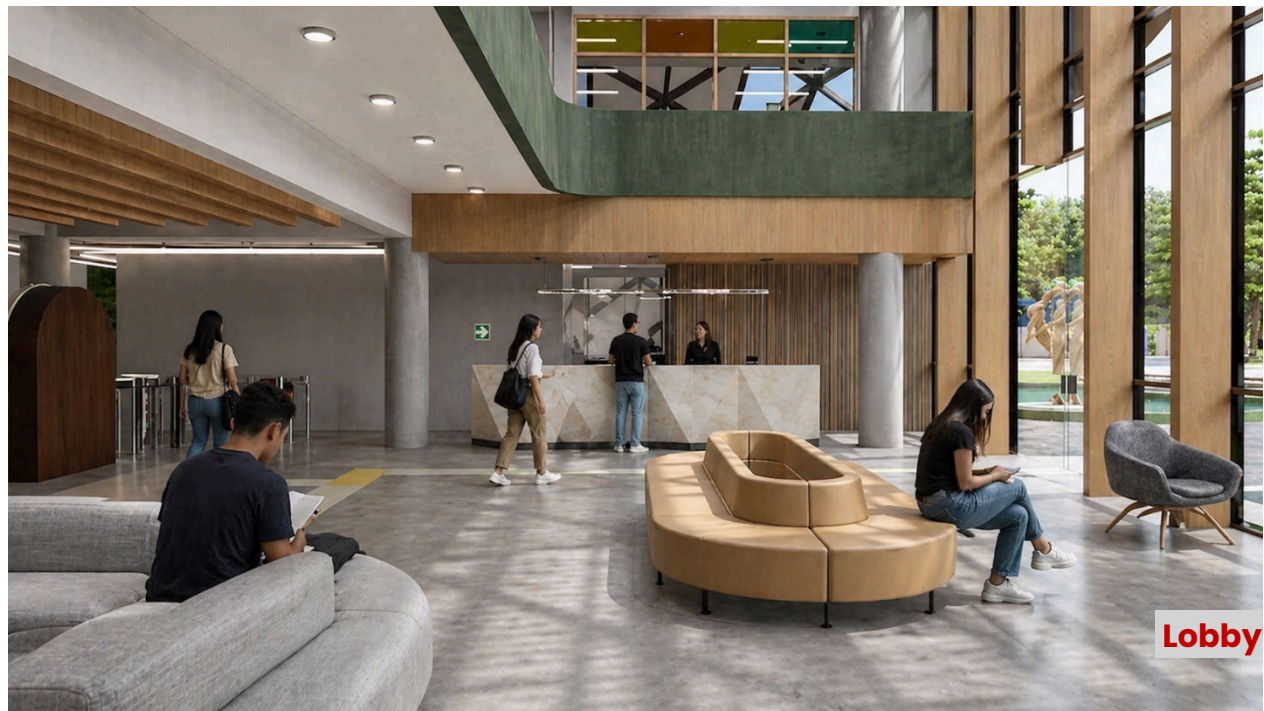
CENTRO EDUCATIVO

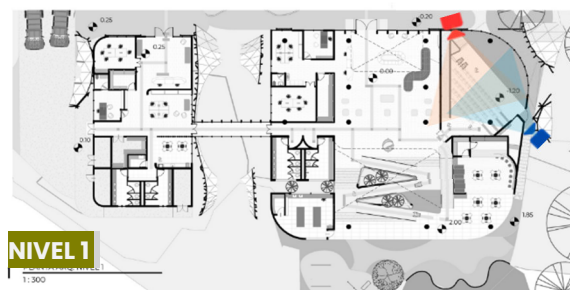


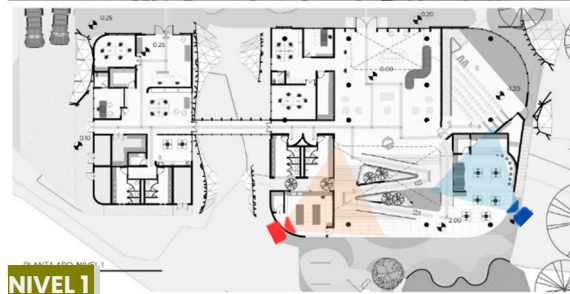
Fachada

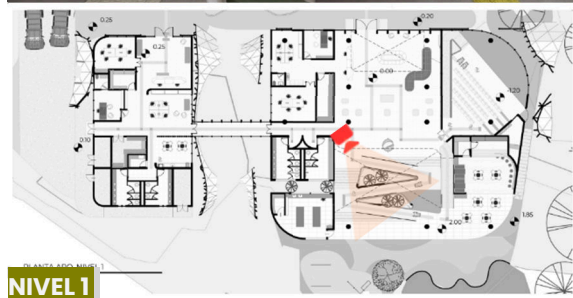


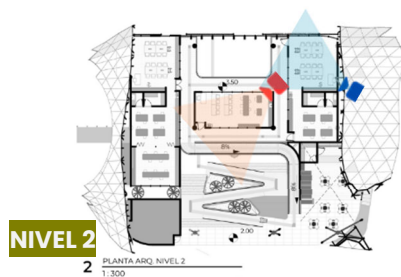
Fachada

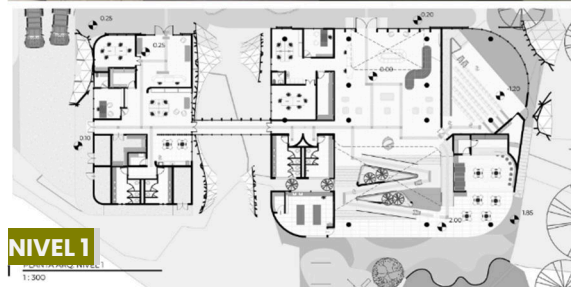


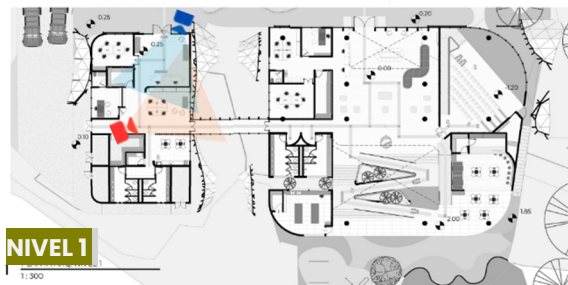


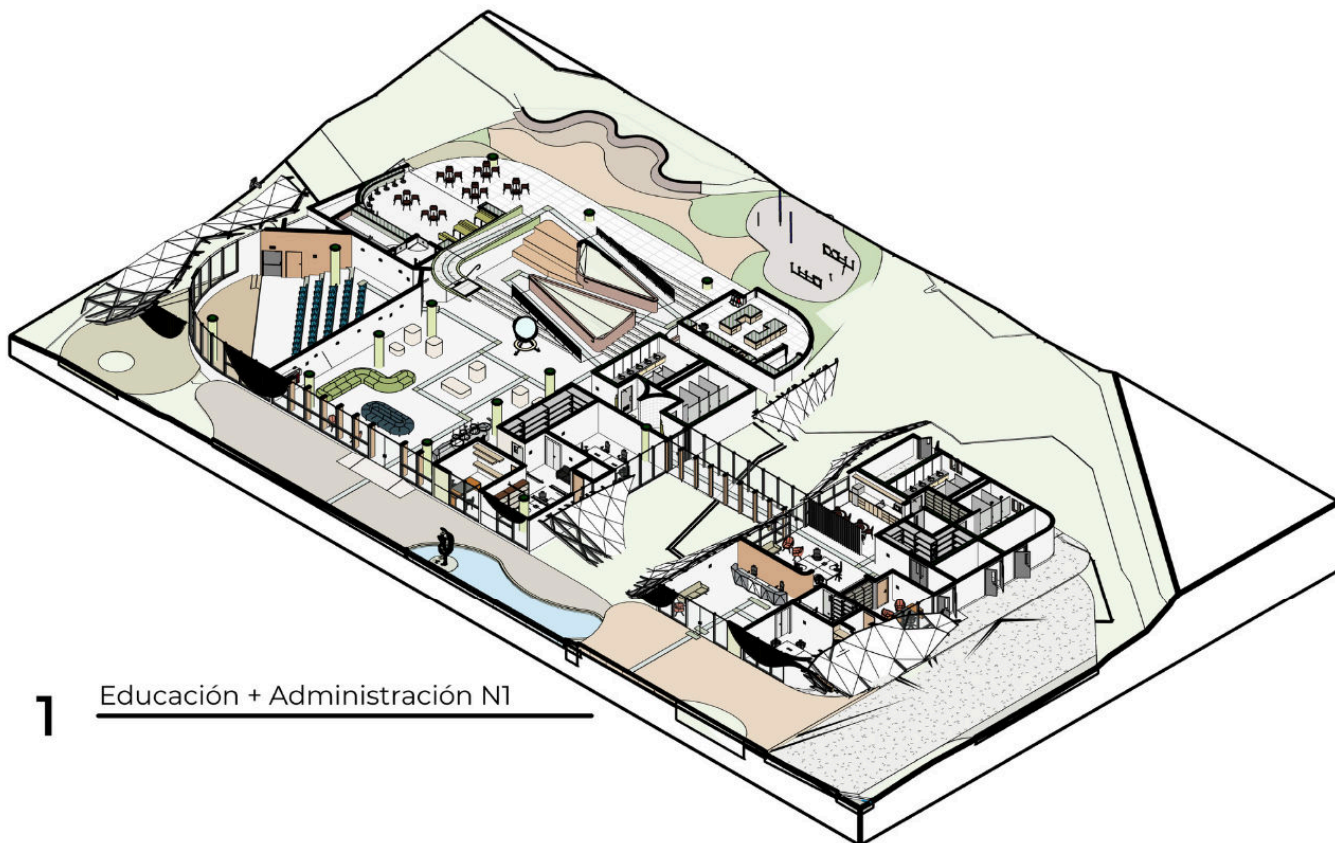




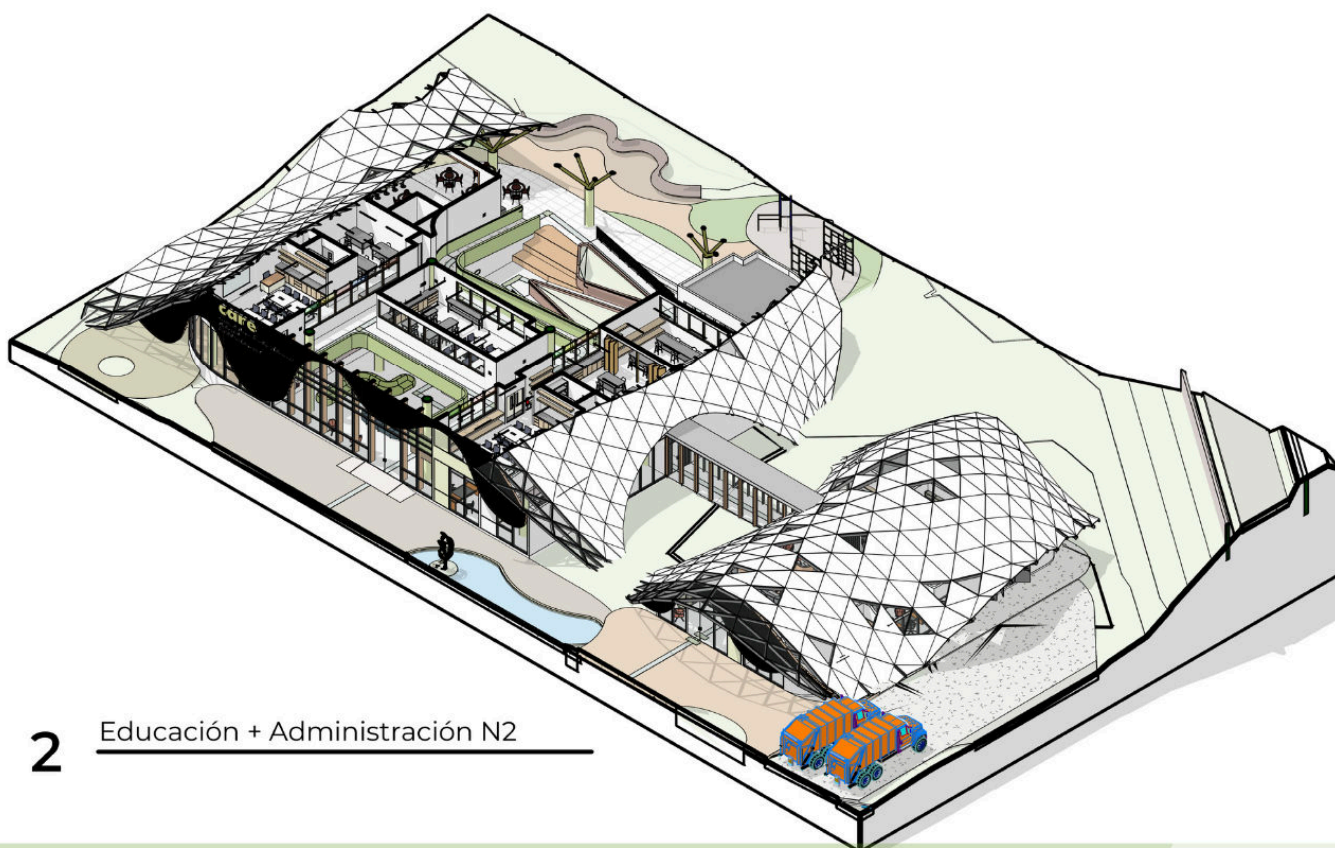








1 Educación + Administración N1



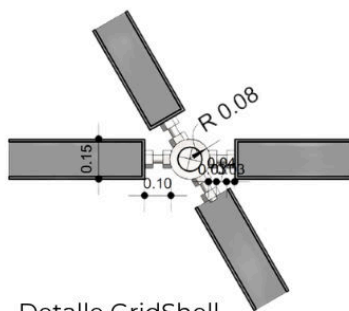
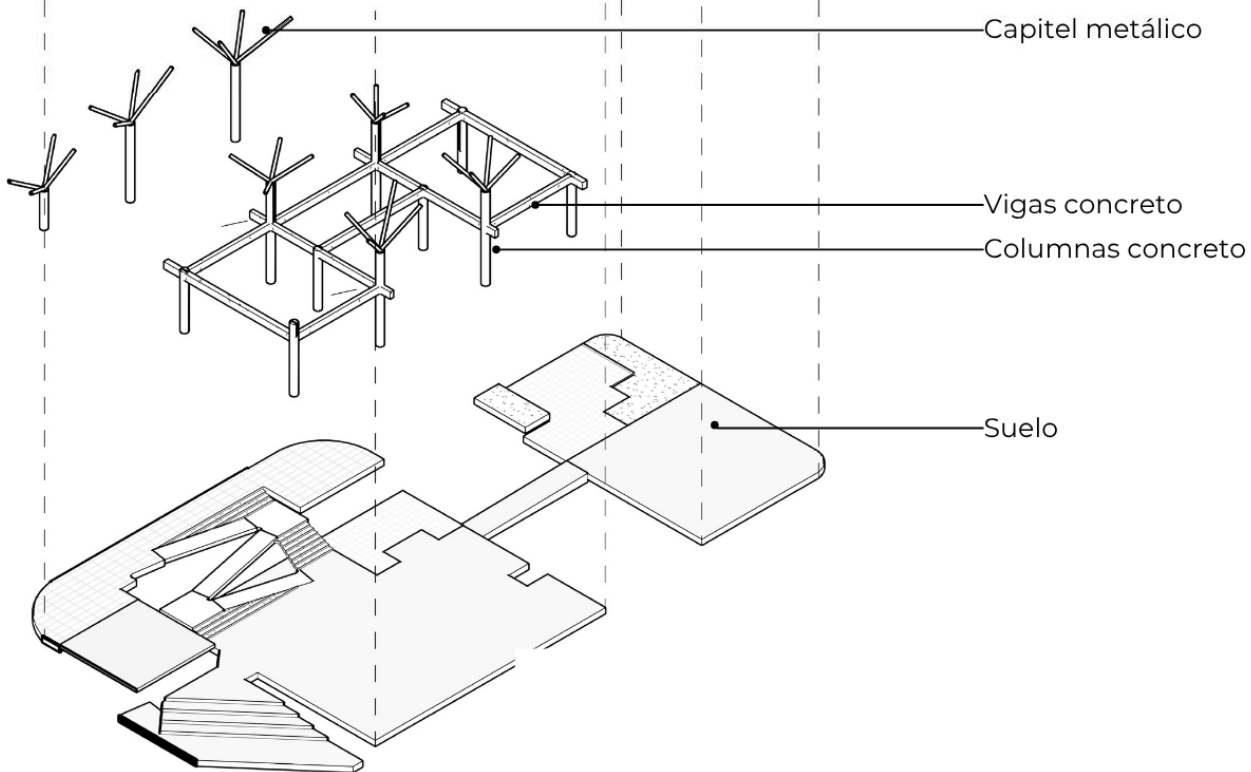
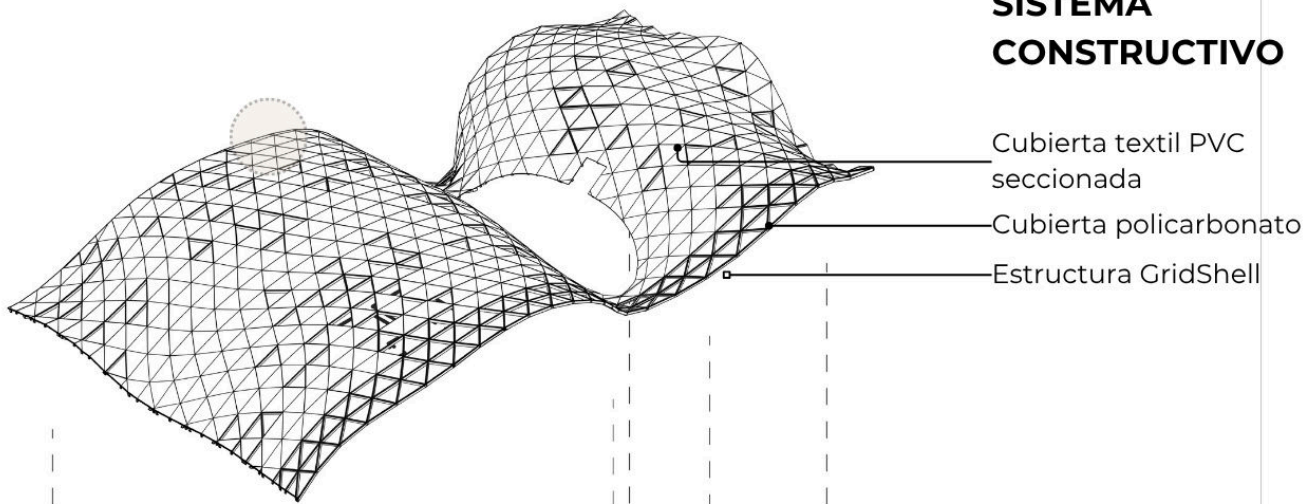
2 Educación + Administración N2

PLANTAS 3D

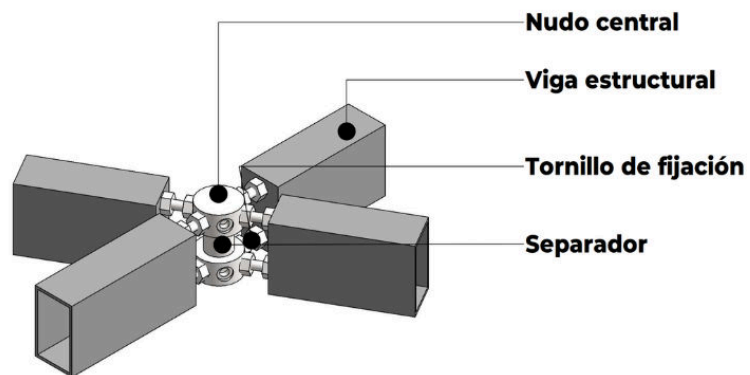
EDIFICIO DE EDUCACIÓN + ADMINISTRACIÓN

care

SISTEMA CONSTRUCTIVO



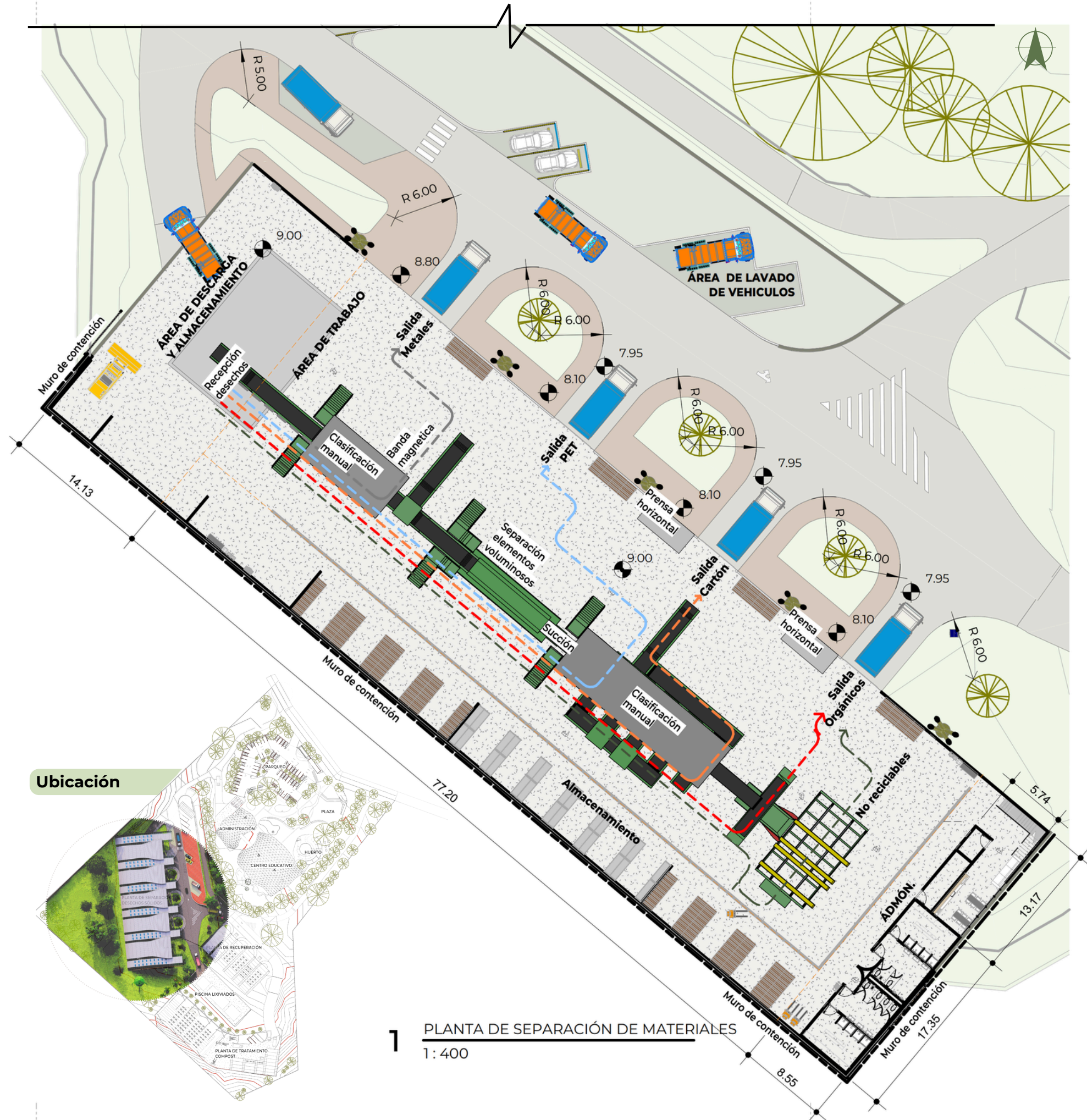
Detalle GridShell
Sin Esc.



Sistema modular para envolvente

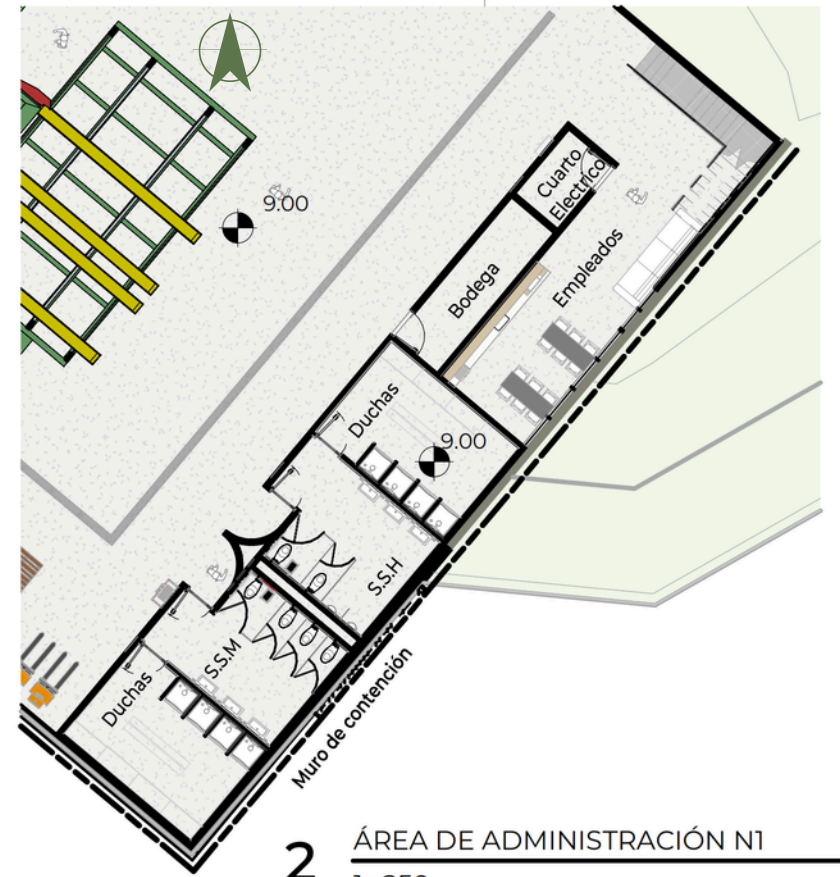
01

Ubicación



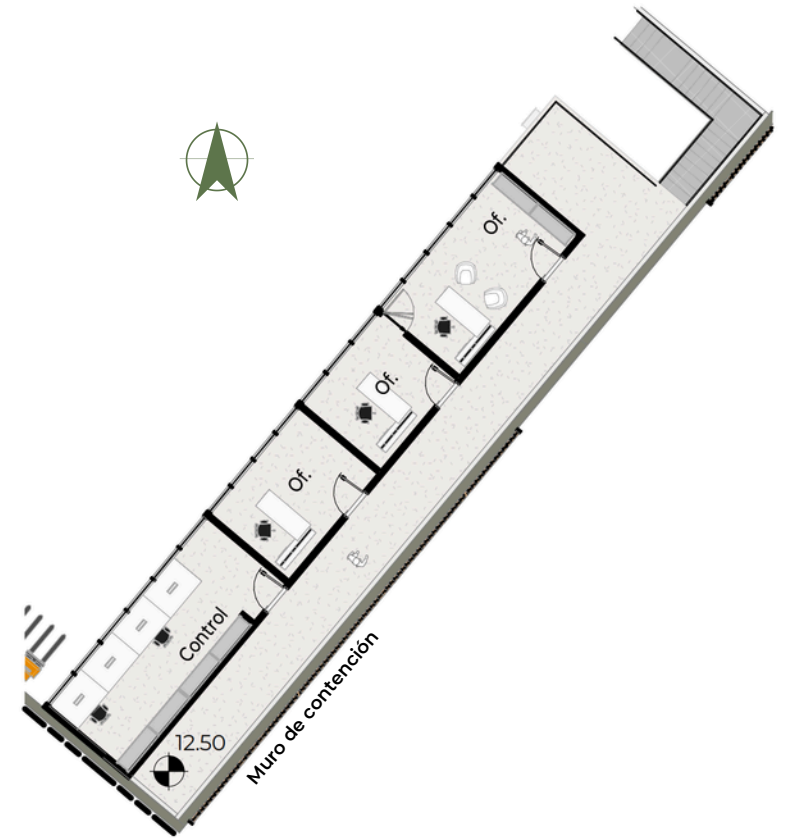
1

PLANTA DE SEPARACIÓN DE MATERIALES
1: 400



2

ÁREA DE ADMINISTRACIÓN N1
1: 250



3

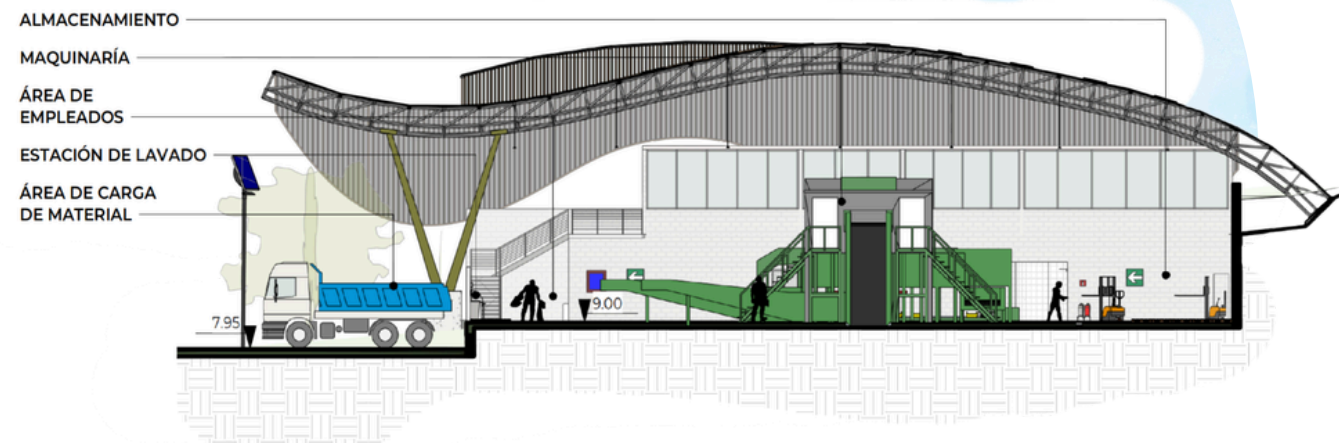
ÁREA DE ADMINISTRACIÓN N2
1: 250

Esc. 1:400
0 1 5 10

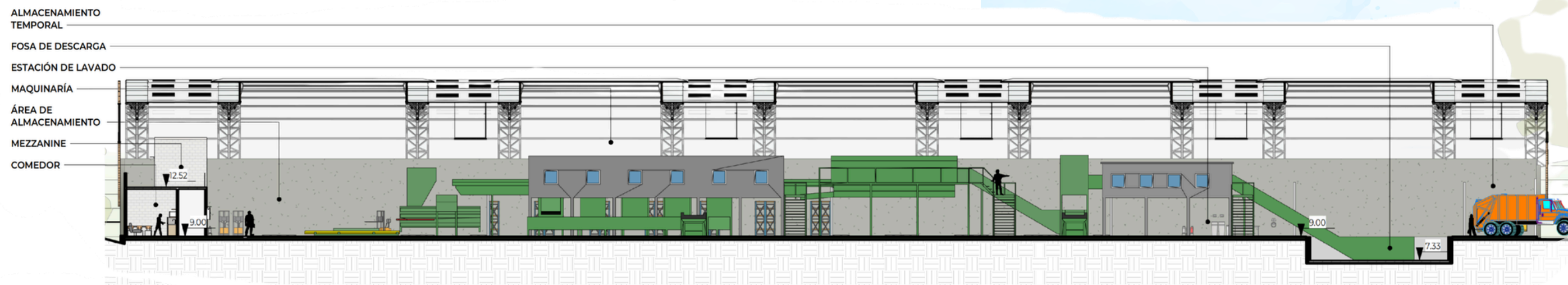
PLANTA ARQUITECTÓNICA PLANTA DE SEPARACIÓN DE MATERIALES

CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
PATULUL, SUCHITÉPEQUEZ.

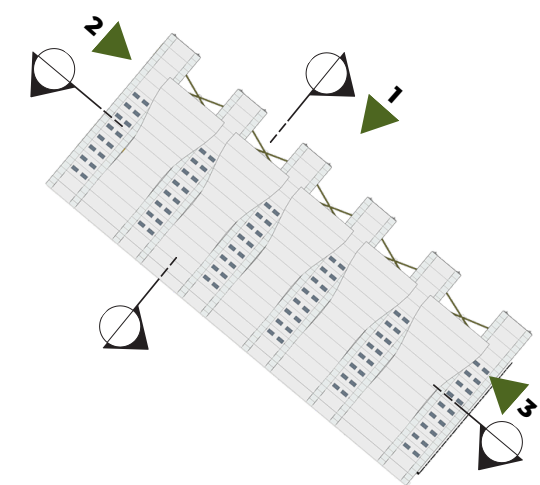
care



1 SECCIÓN TRANSVERSAL
1:300



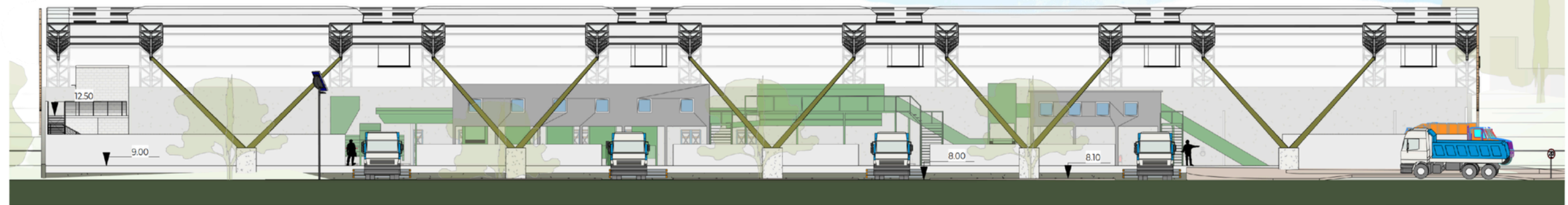
2 SECCIÓN LONGITUDINAL
1:300



Esc. 1:300
0.1 5 10

SECCIONES
PLANTA DE SEPARACIÓN

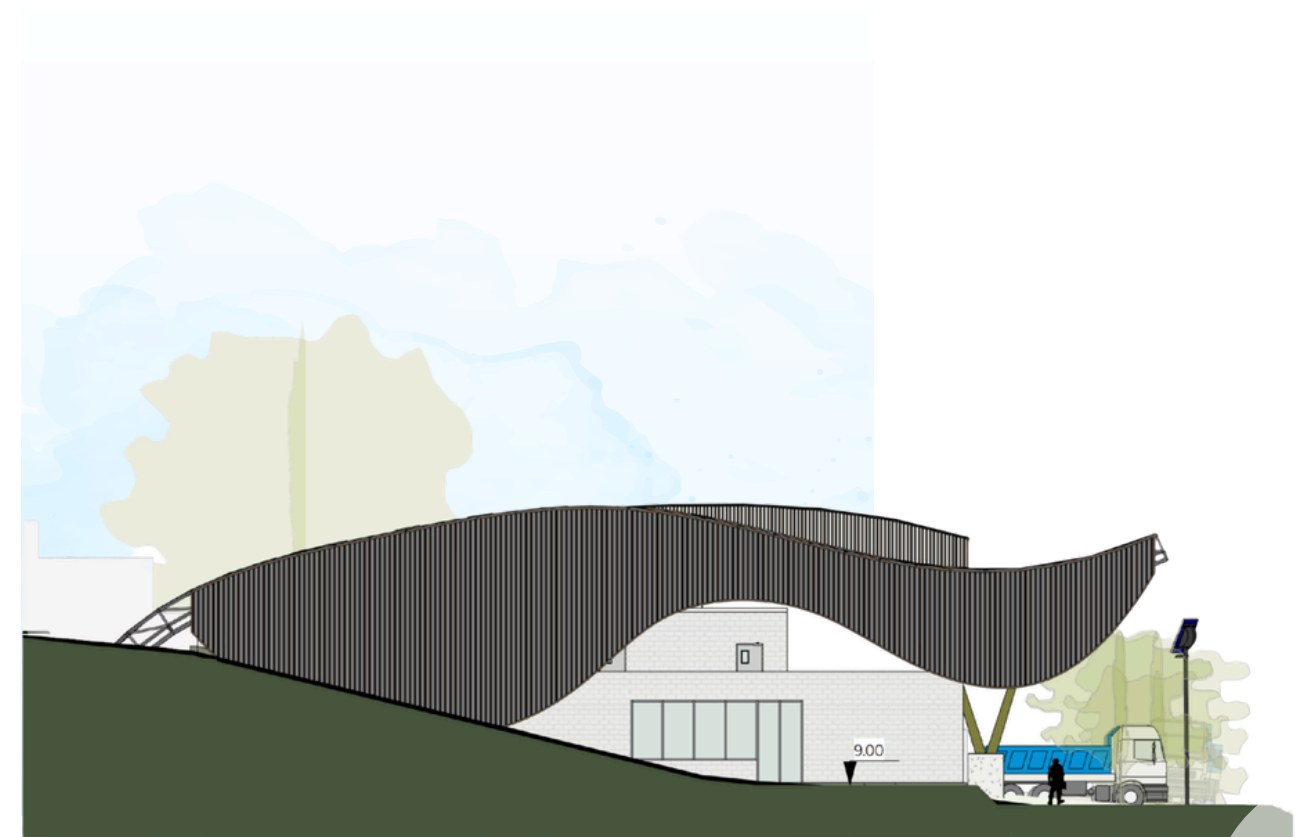
CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
PATULUL, SUCHITÉPEQUEZ.



1 ELEVACIÓN FRONTAL
1:300



2 ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA
1:300



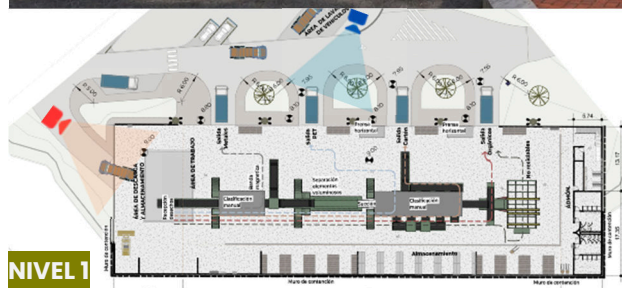
3 ELEVACIÓN LATERAL DERECHA
1:300

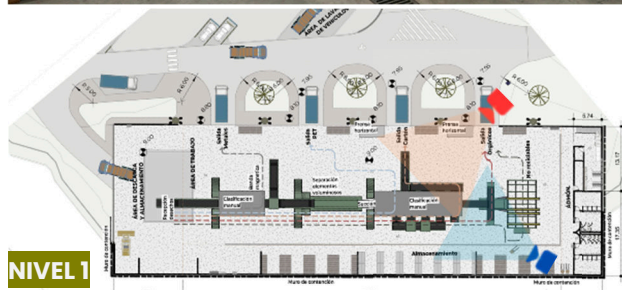
Esc. 1:300
0.1 5 10

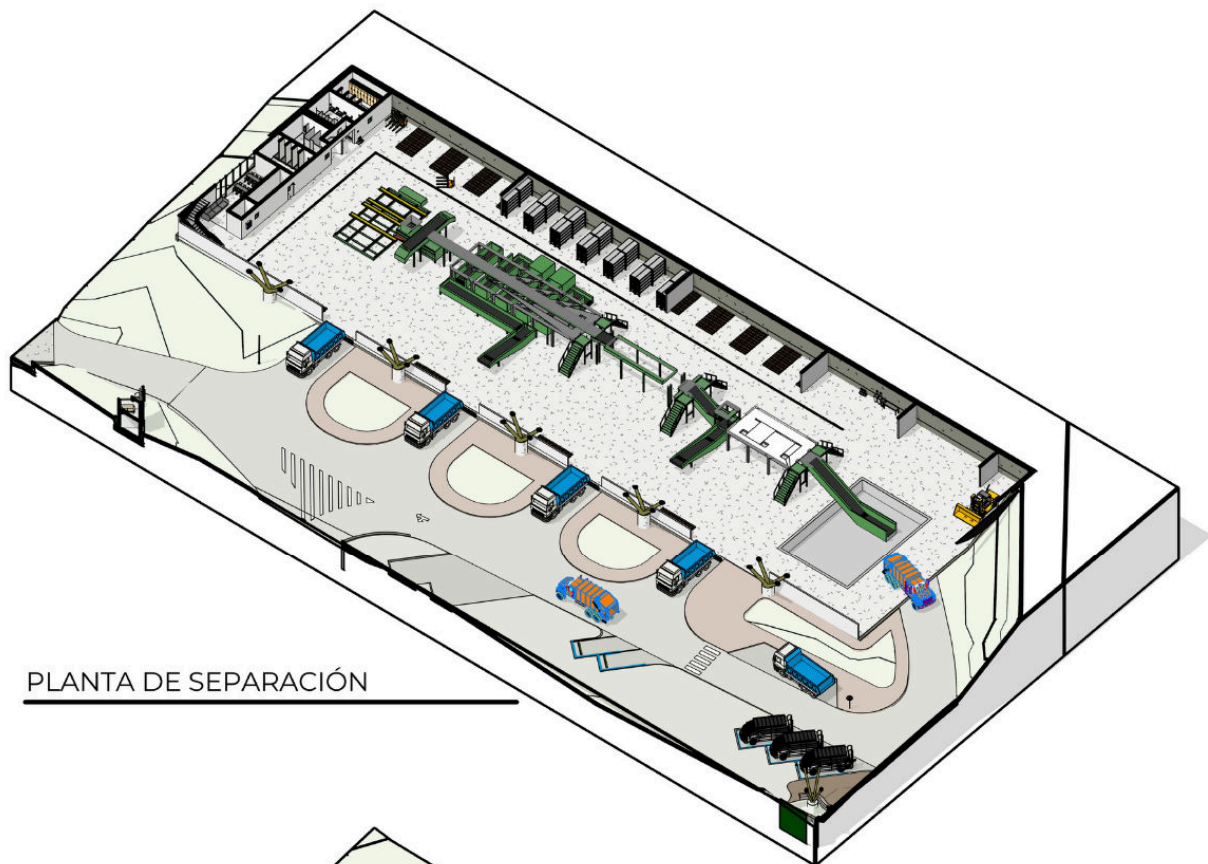
ELEVACIONES
PLANTA DE SEPARACIÓN

CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
PATULUL, SUCHITÉPEQUEZ.

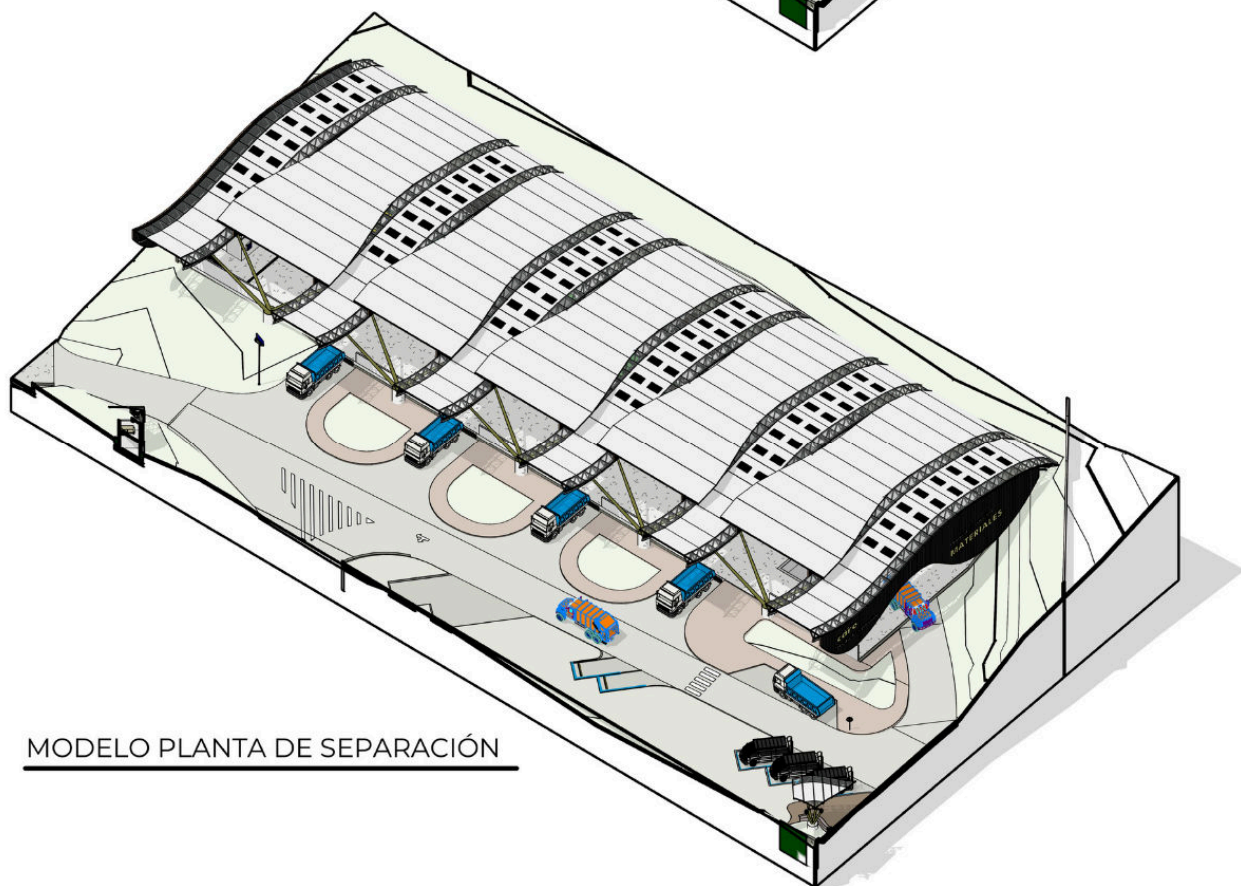
care





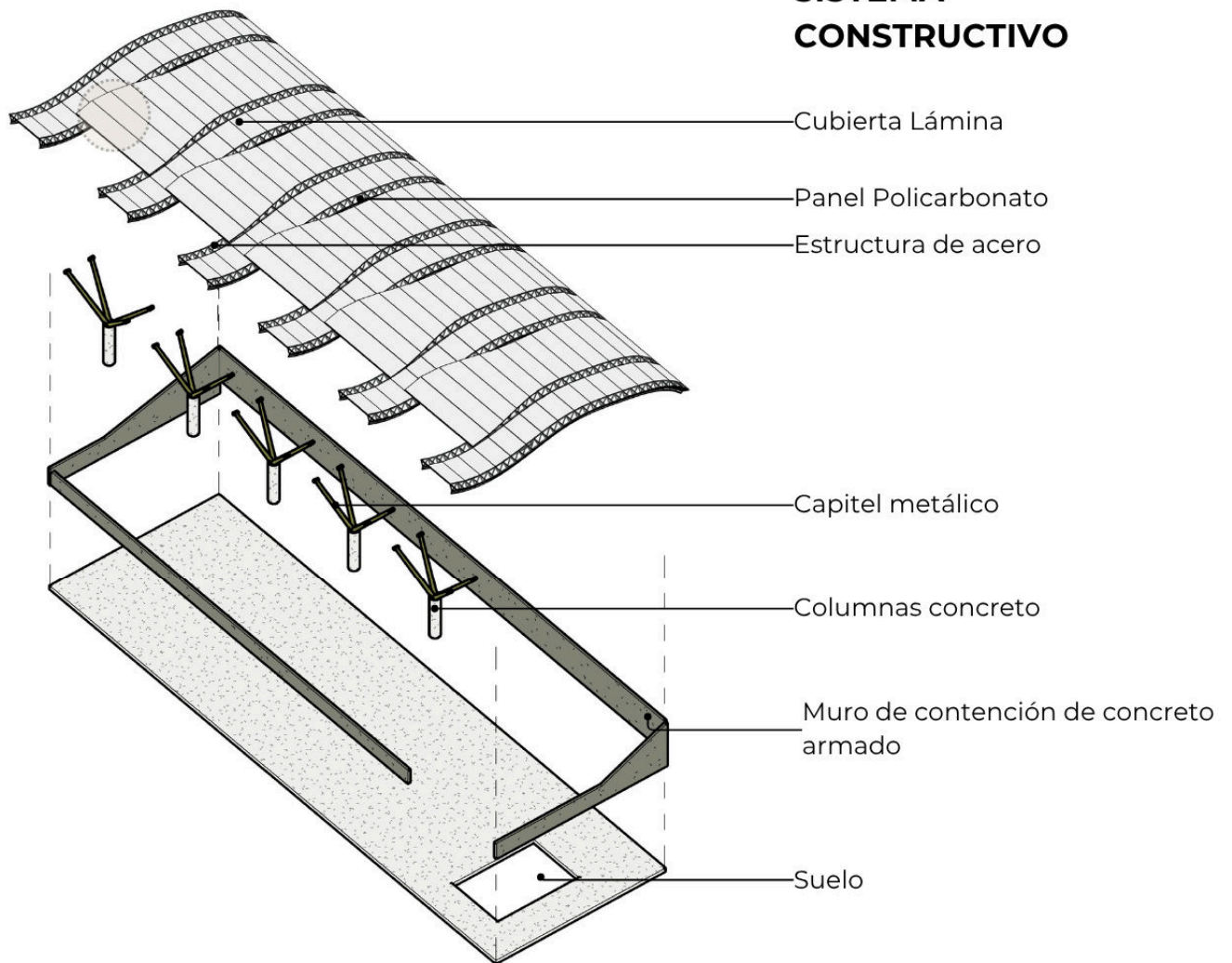


1 PLANTA DE SEPARACIÓN

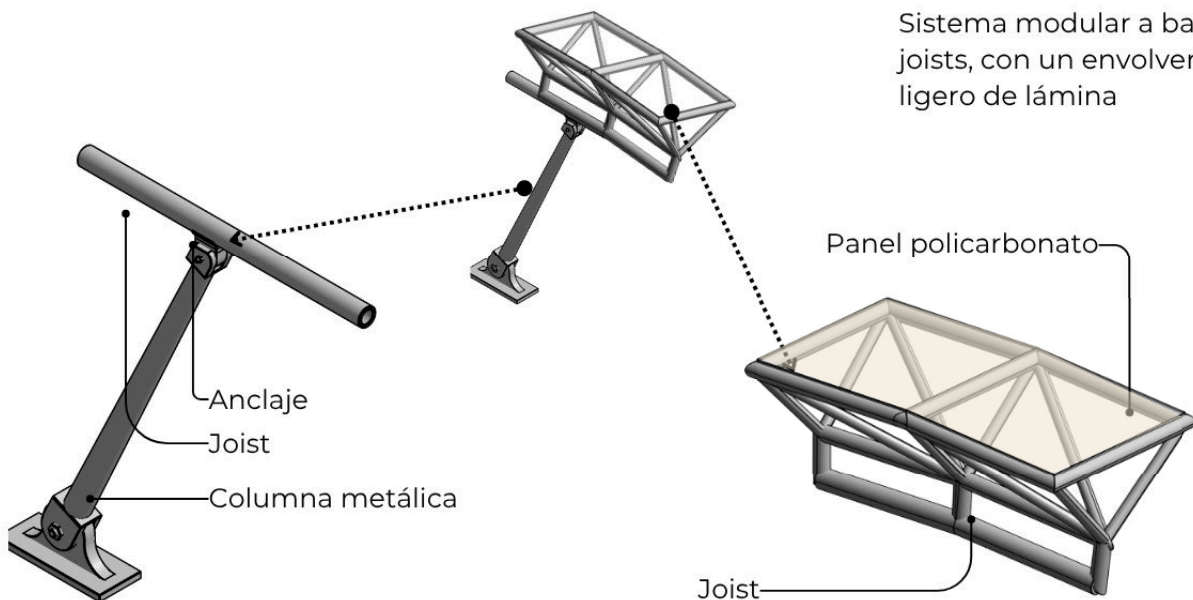


2 MODELO PLANTA DE SEPARACIÓN

SISTEMA CONSTRUCTIVO



Sistema modular a base joists, con un envoltorio ligero de lámina



01

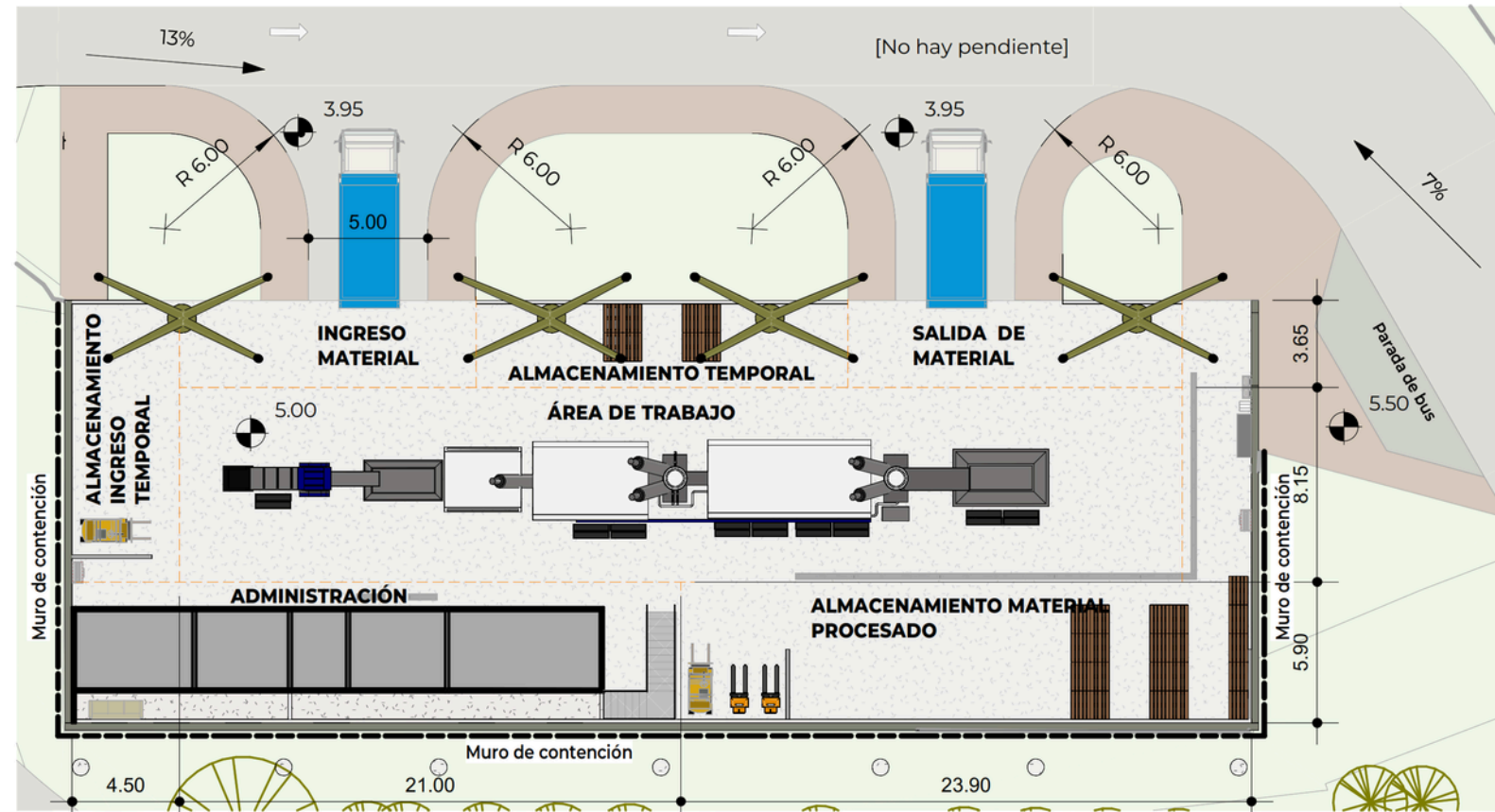
Detalle Columna metálica
Sin Esc.

02

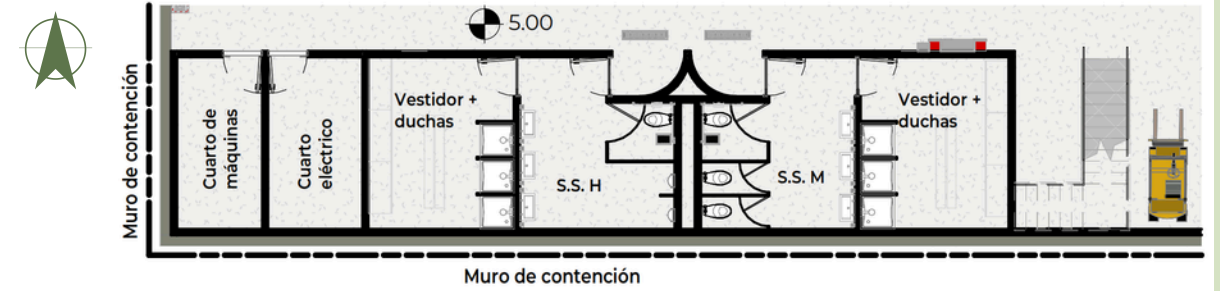
Detalle Estructura metálica
Sin Esc.

care

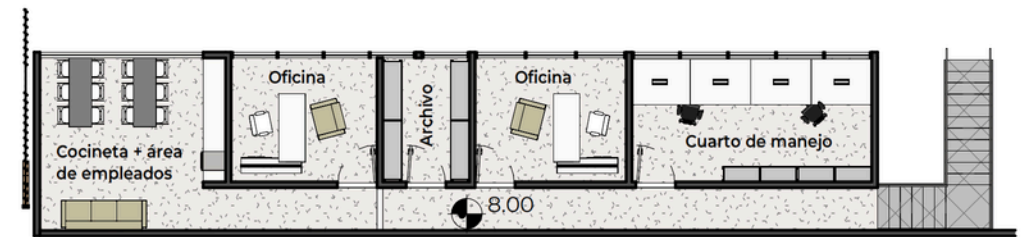
LÓGICA ESTRUCTURAL
PLANTA DE SEPARACIÓN



1 PLANTA ARQ. PET
1:300



2 ÁREA DE ADMINISTRACIÓN N1
1:200



3 ÁREA DE ADMINISTRACIÓN N2
1:200

PROCESO RECUPERACIÓN PET



<https://www.magri.cl/0-maquina-para-reciclar-plastico-pet-separado-de-fierro-desetiqueta-triturado-lavado-caliente-secado-59900000>



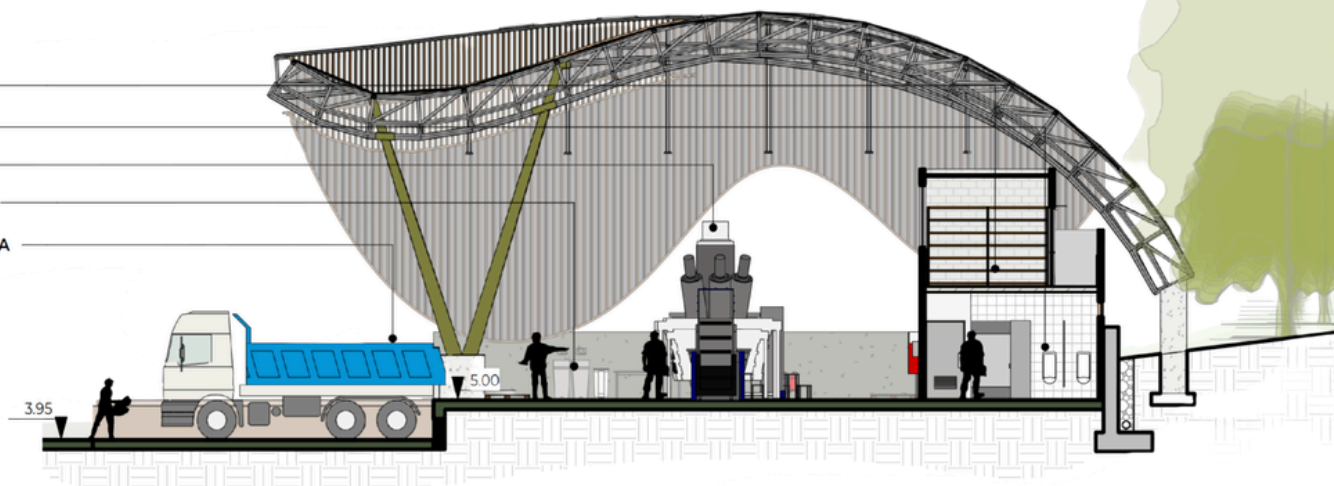
Esc. 1:300
0 5 10

PLANTA ARQUITECTÓNICA
PLANTA DE RECUPERACIÓN MATERIALES PET

CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
PATULUL, SUCHITÉPEQUEZ.

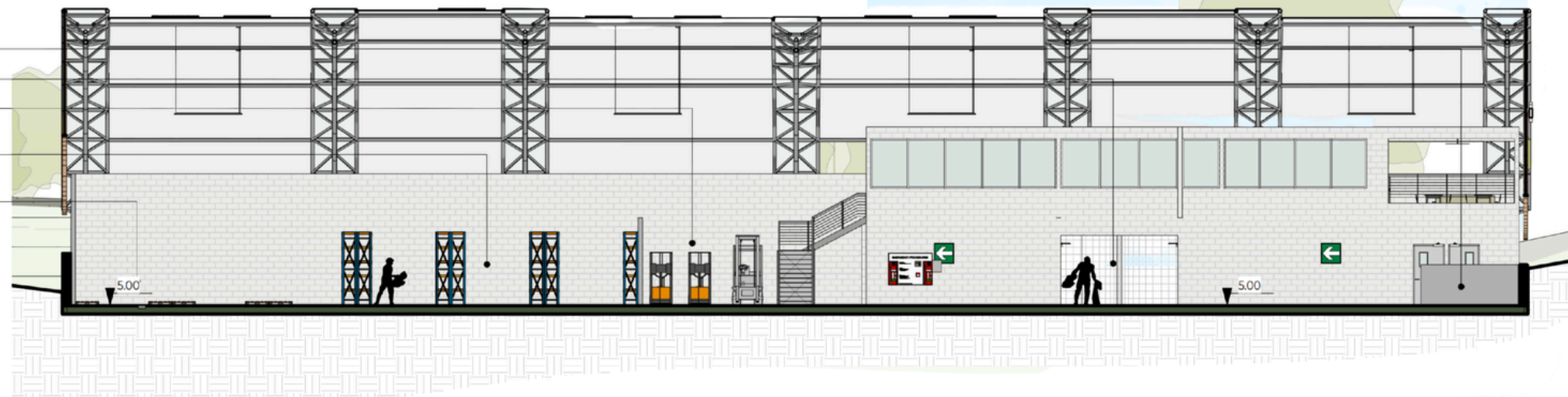
care

ARCHIVO
S.S. HOMBRES
MAQUINARÍA
ÁREA DE LAVADO
ÁREA DE DESCARGA

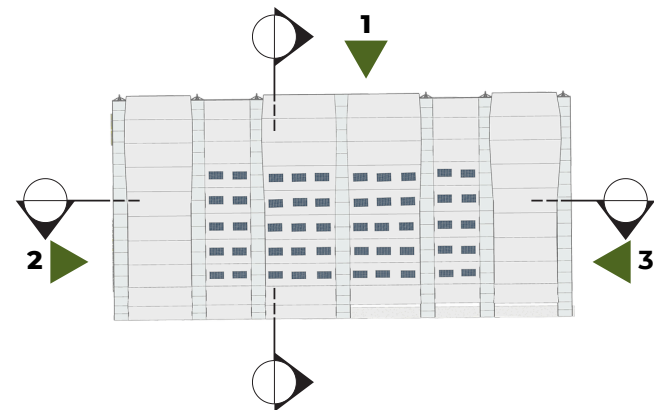


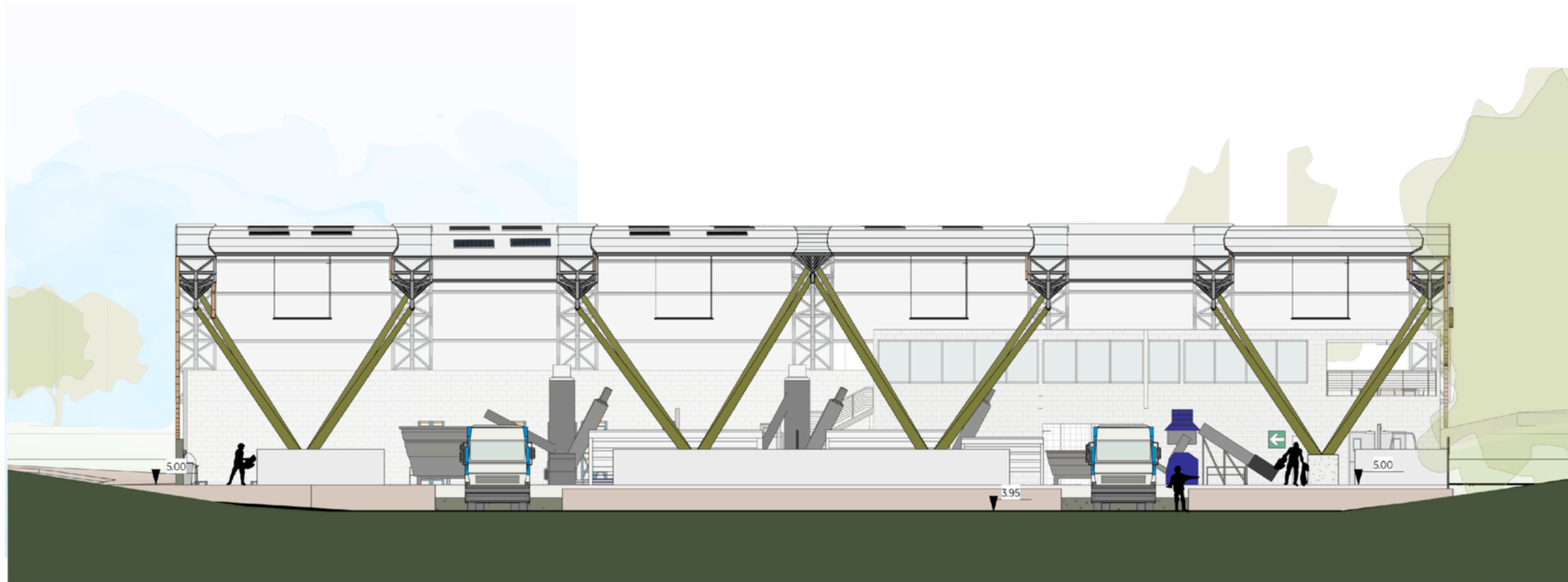
2 SECCIÓN TRANSVERSAL 1
1:200

ALMACENAMIENTO
TEMPORAL
INGRESO S.S.
MAQUINARÍA
ÁREA DE
ALMACENAMIENTO
ÁREA DE
ALMACENAMIENTO

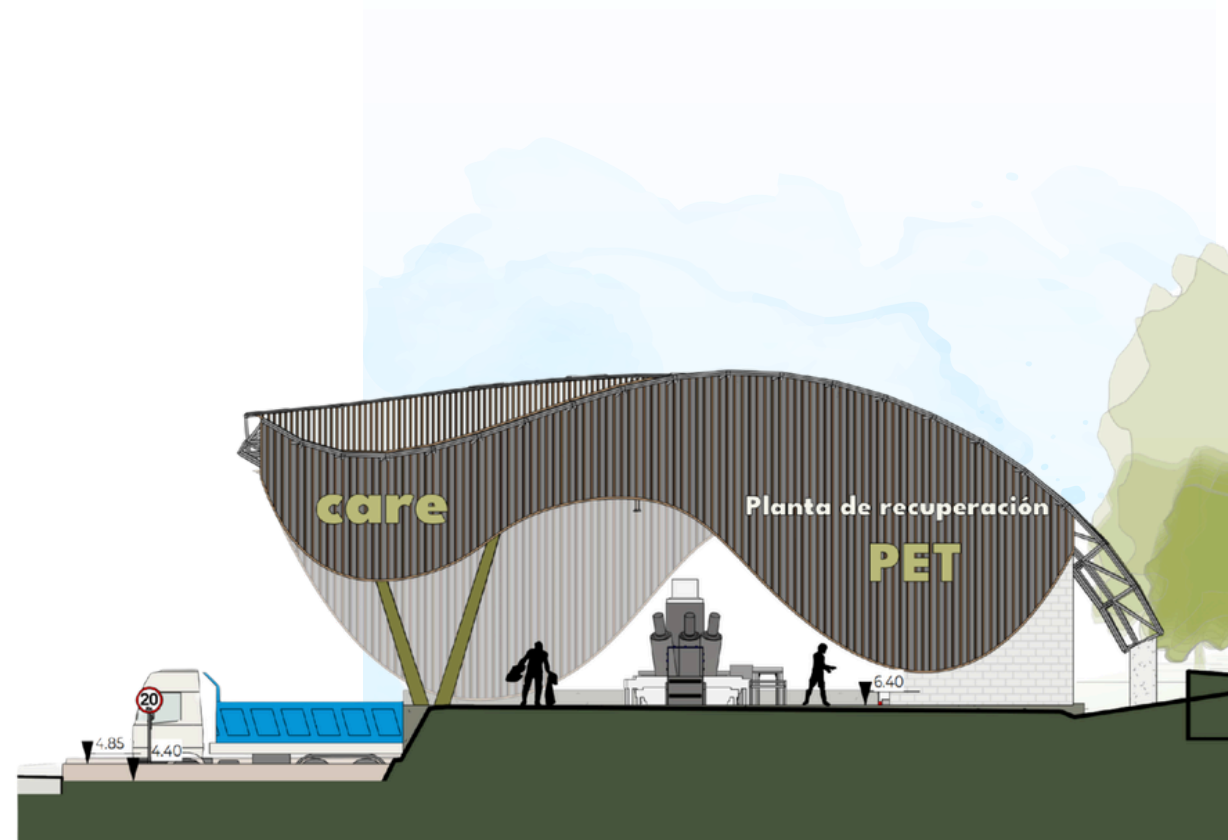


1 SECCIÓN LONGITUDINAL
1:200

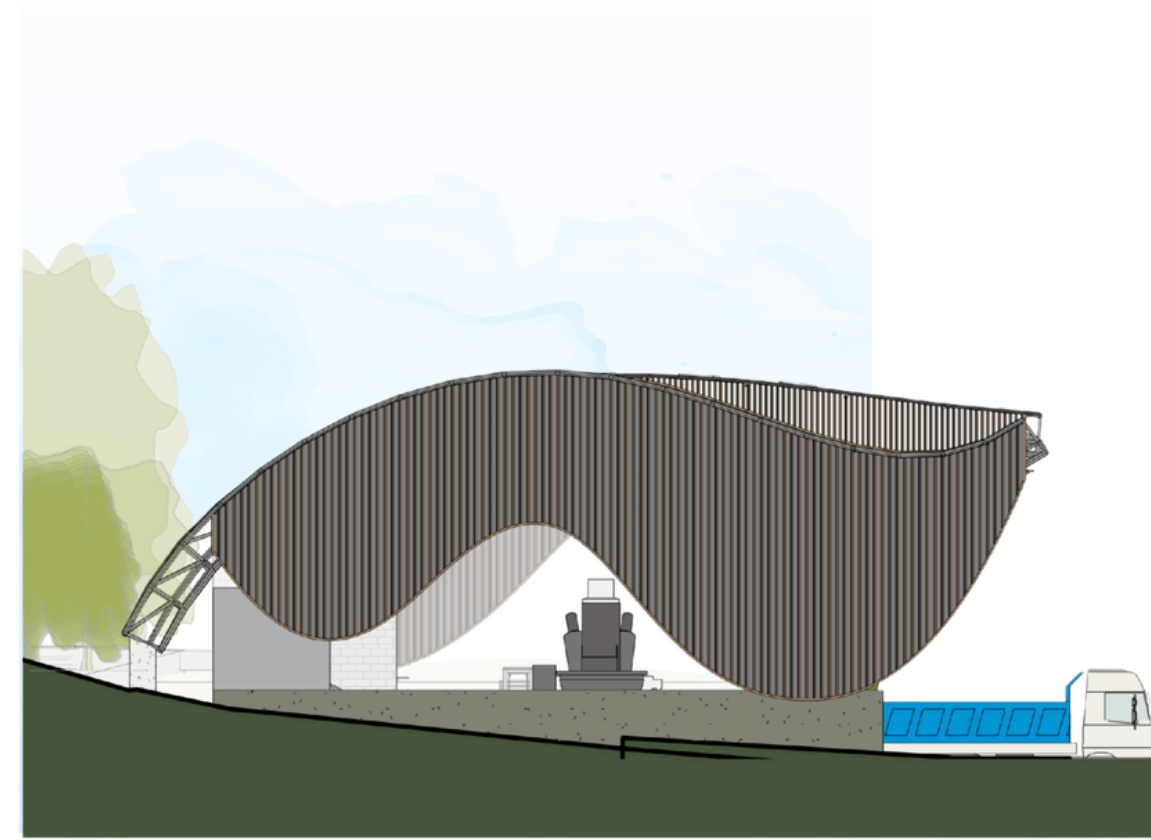




01 ELEVACIÓN FRONTAL
Esc. 1:200



02 SECCIÓN LATERAL IZQUERDA
Esc. 1:200



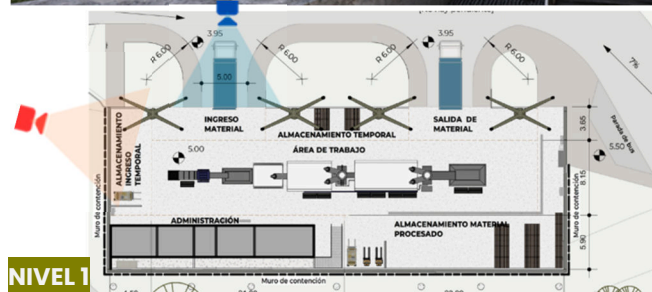
03 SECCIÓN LATERAL IZQUERDA
Esc. 1:200

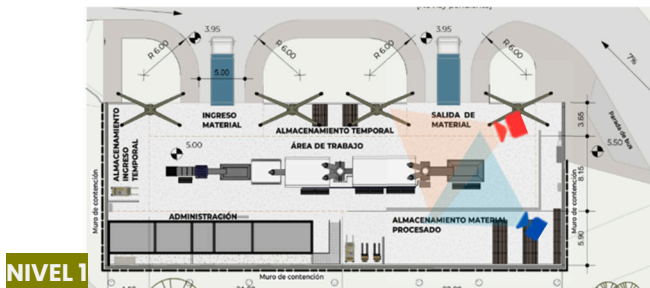
Esc. 1:300
0.1 5 10

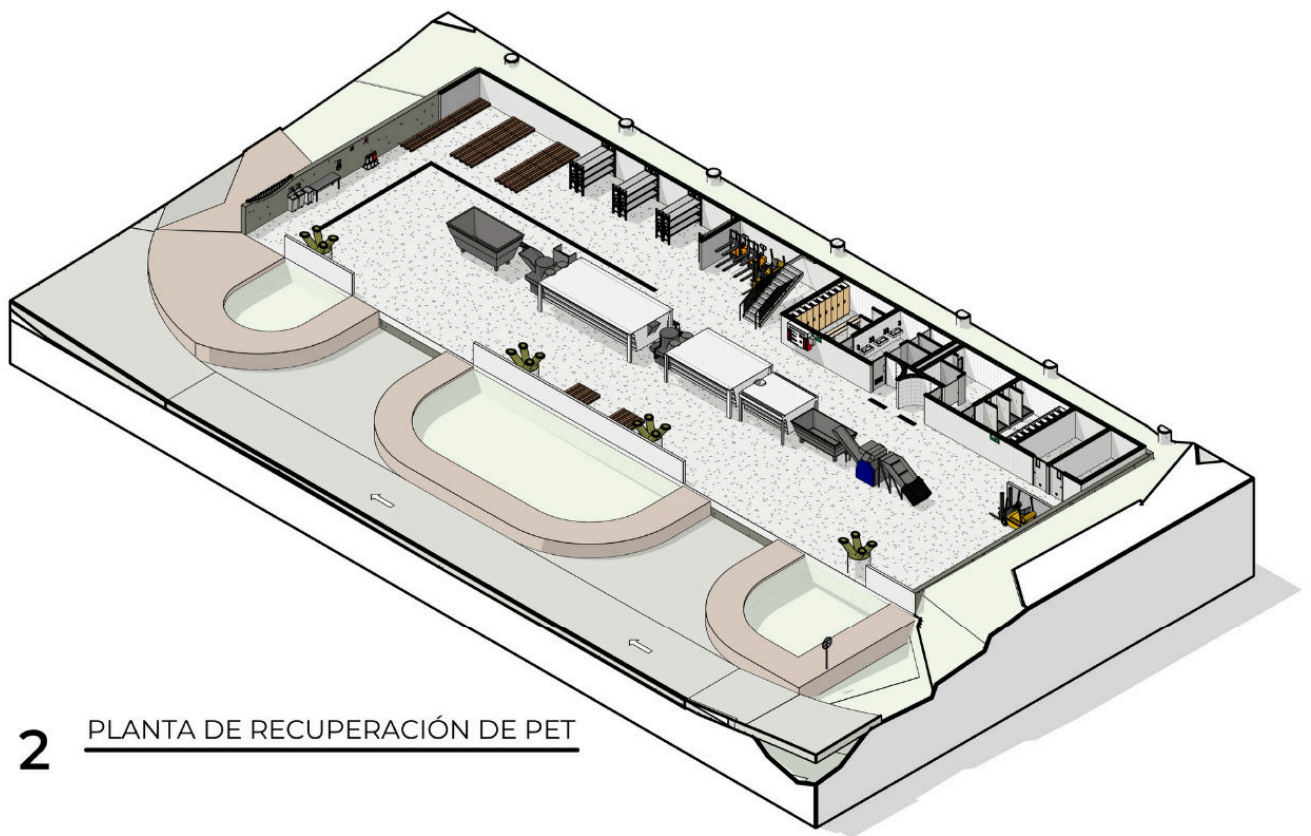
ELEVACIONES
PLANTA DE RECUPERACIÓN MATERIALES PET

**CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
PATULUL, SUCHITÉPEQUEZ.**

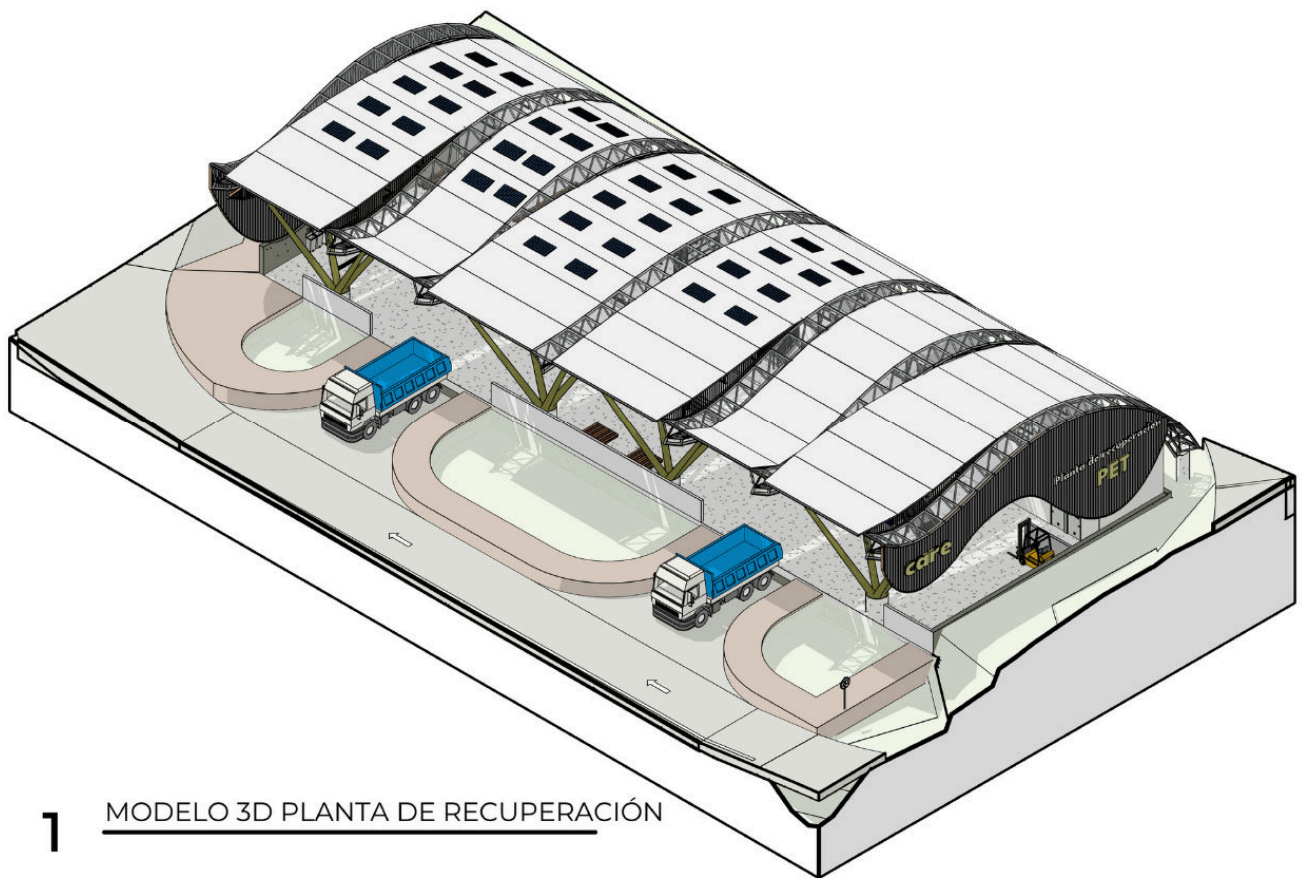
care





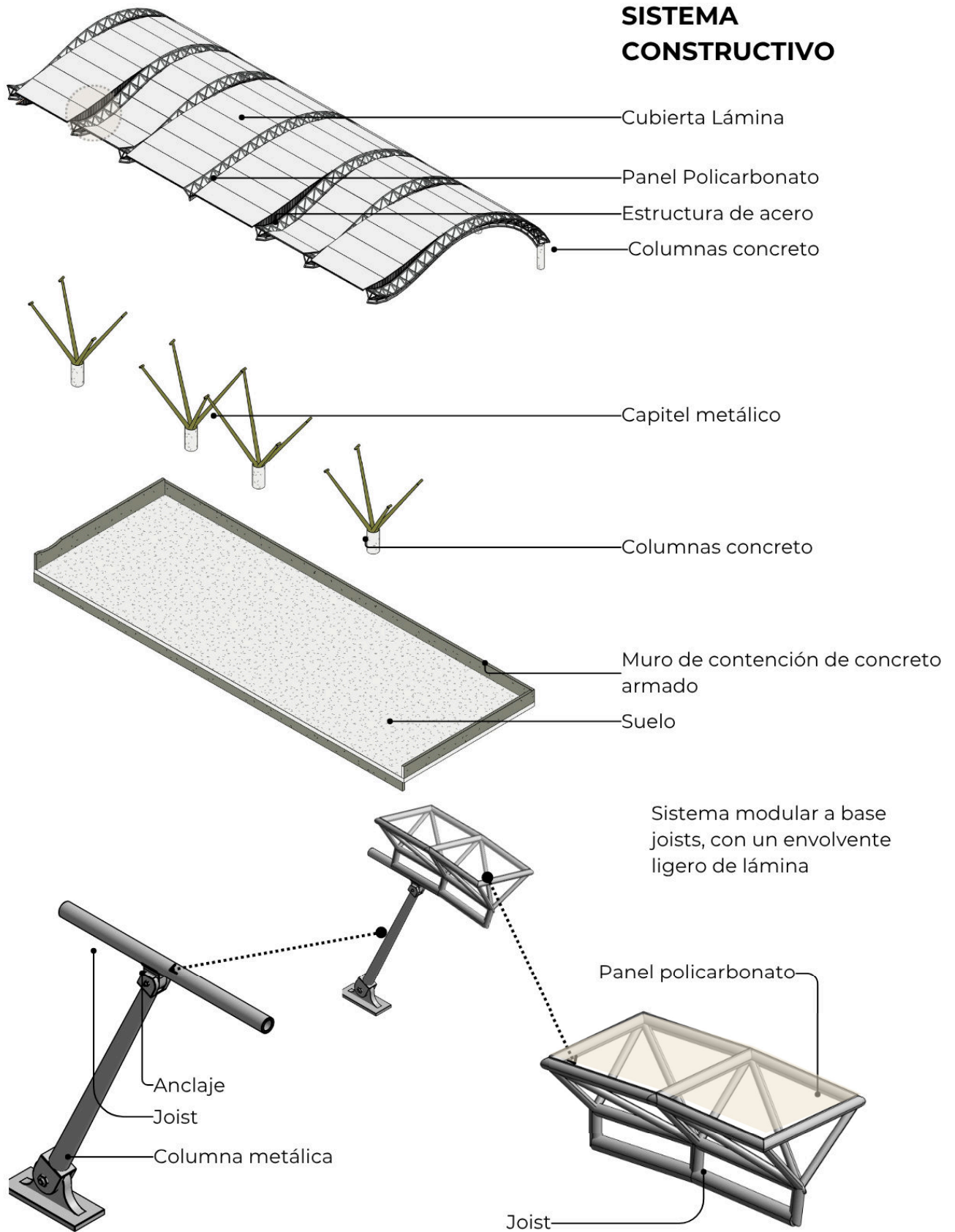


2 PLANTA DE RECUPERACIÓN DE PET



1 MODELO 3D PLANTA DE RECUPERACIÓN

SISTEMA CONSTRUCTIVO



01

Detalle Columna metálica
Sin Esc.

02

Detalle Estructura metálica
Sin Esc.

care

LÓGICA ESTRUCTURAL
PLANTA DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES

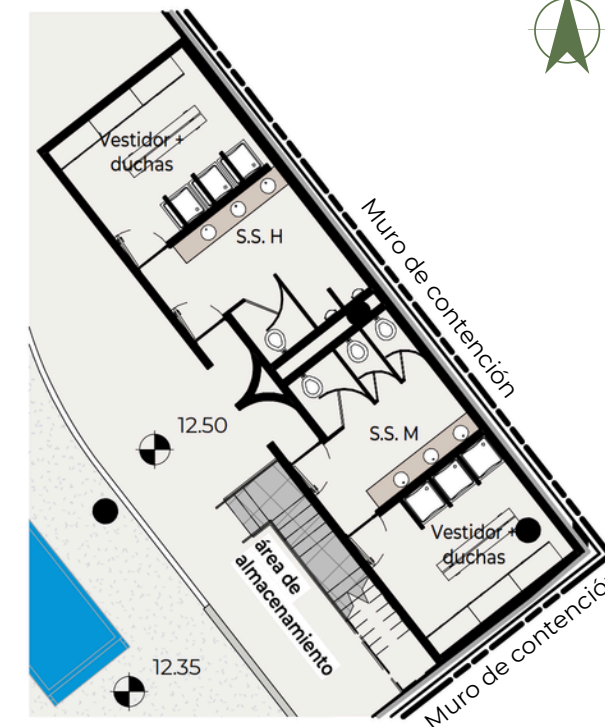
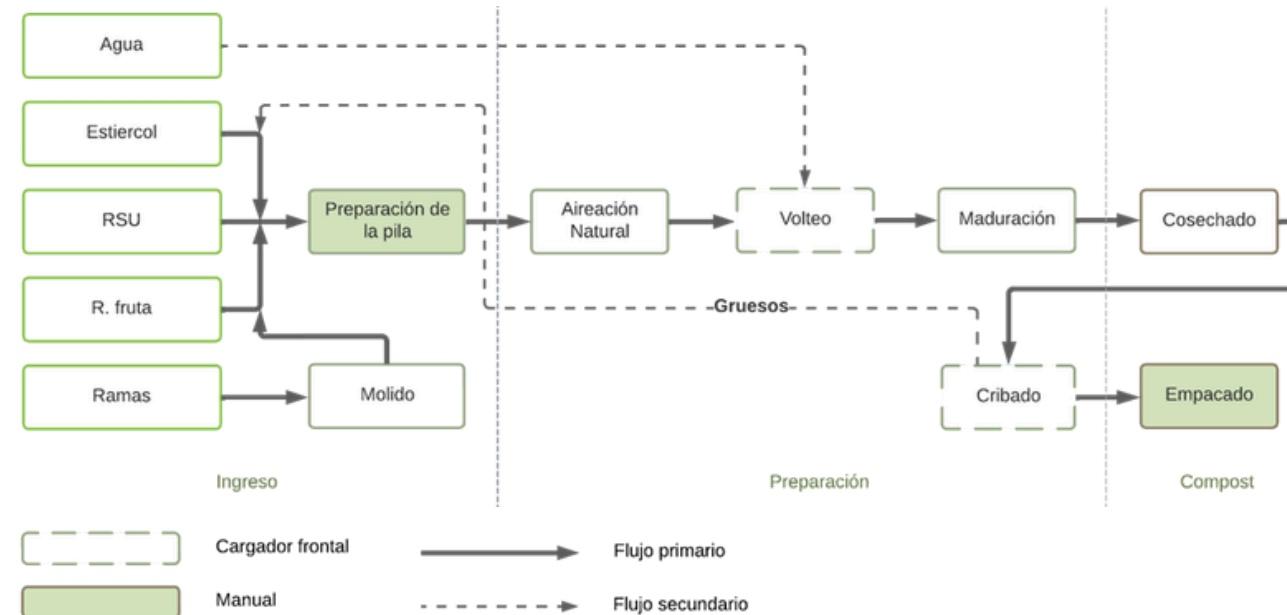


1 PLANTA ARQ. COMPOST
1: 400

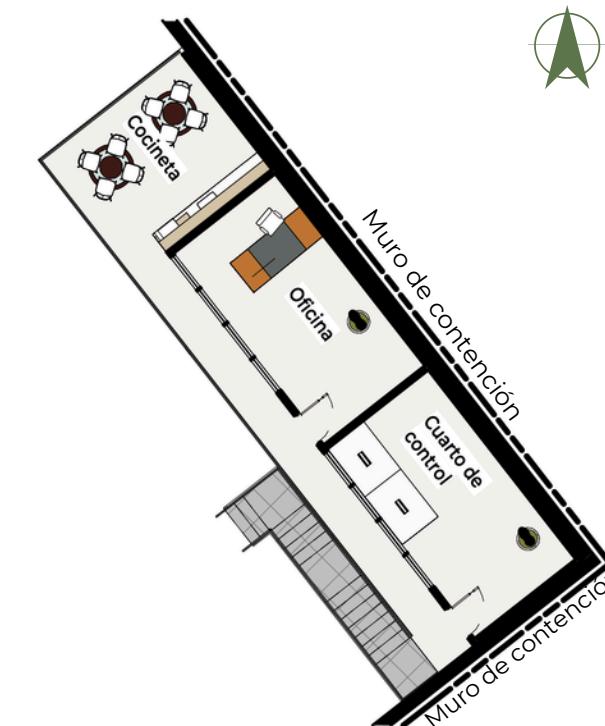
Ubicación



PROCESO COMPOST



2 ÁREA DE ADMINISTRACIÓN N1
1: 200



3 ÁREA DE ADMINISTRACIÓN N2
1: 200

PLANTA ARQUITECTÓNICA PLANTA DE TRATAMIENTO COMPOST

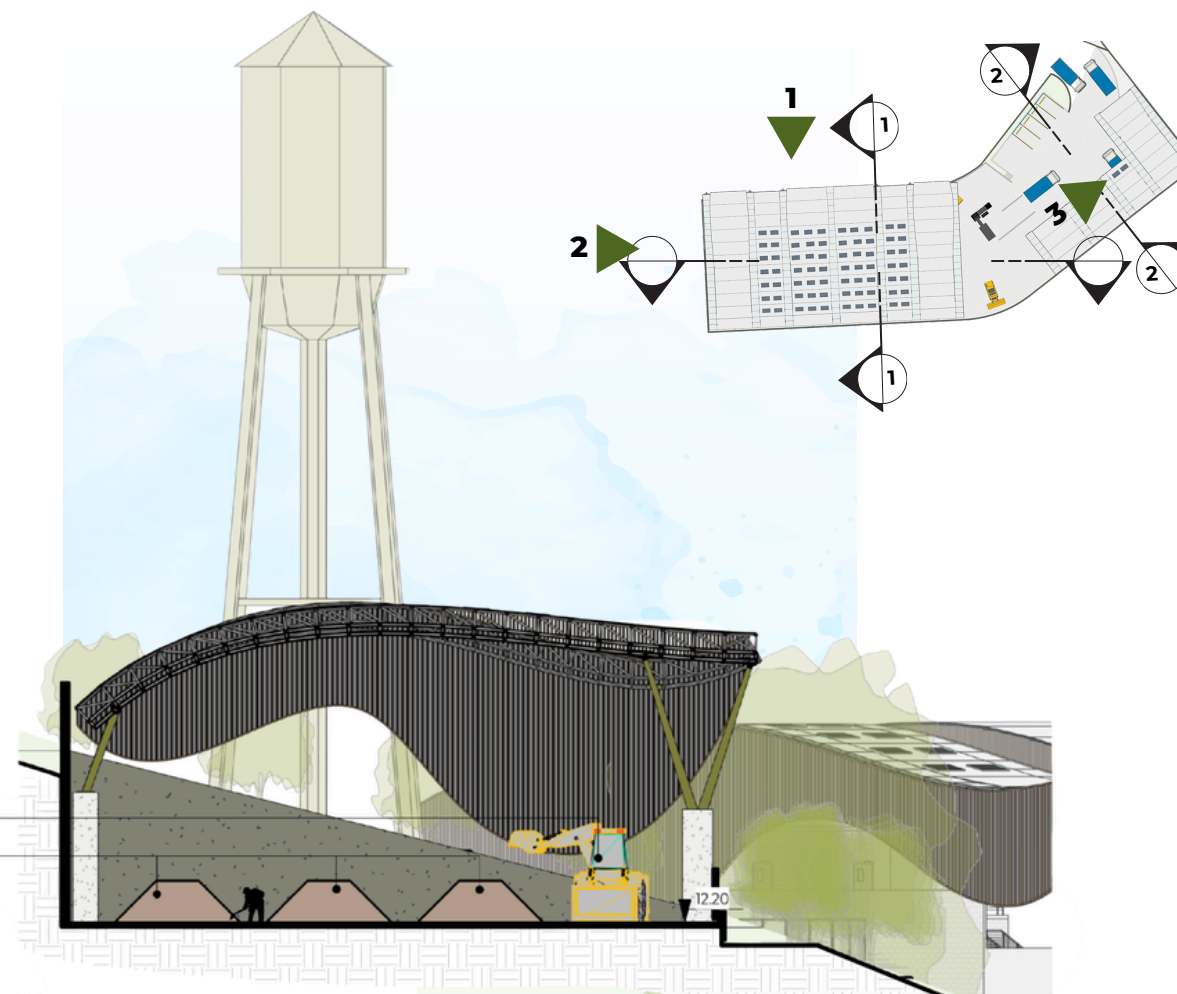
CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
PATULUL, SUCHITÉPEQUEZ.

ADMINISTRACIÓN
COMEDOR
MAQUINARÍA
ÁREA DE DESCARGA
DE MATERIAL



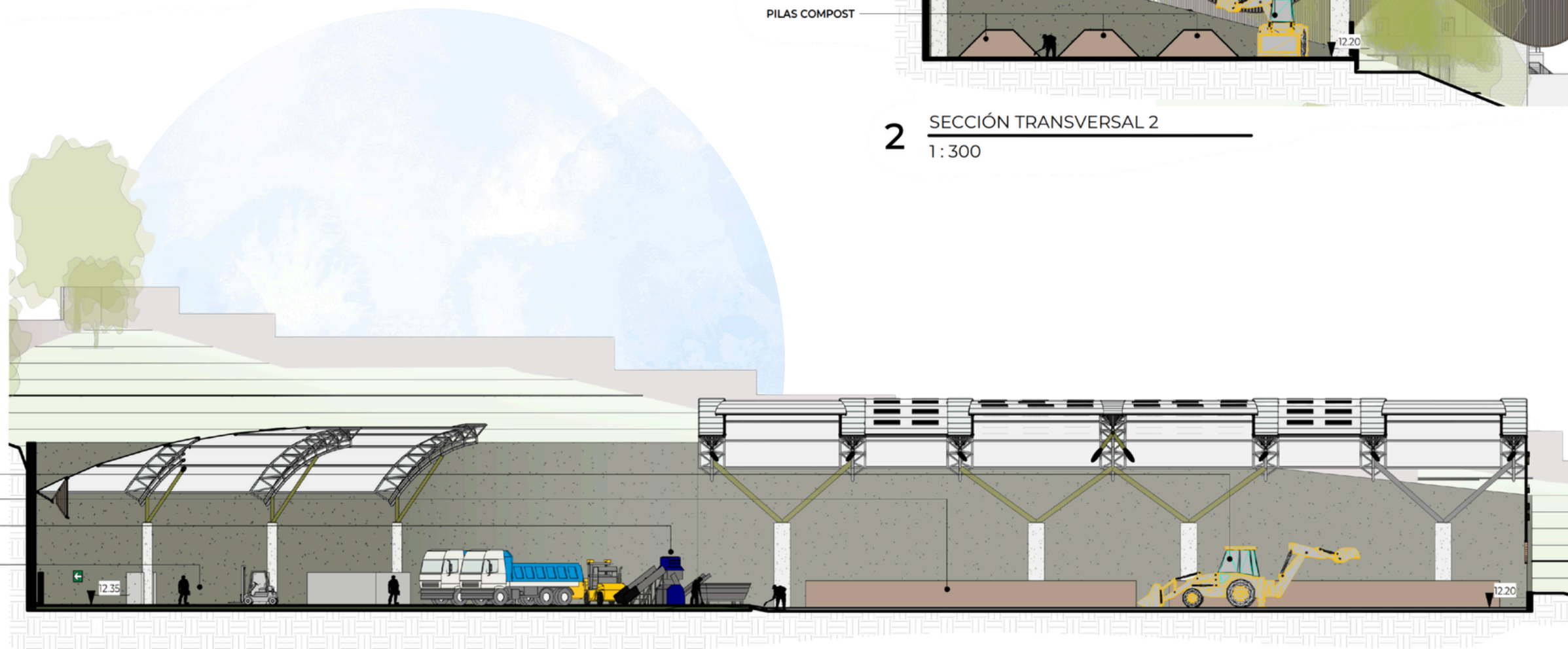
1 SECCIÓN TRANSVERSAL 1
1:300

MAQUINARÍA
PILAS COMPOST



2 SECCIÓN TRANSVERSAL 2
1:300

MAQUINARIA
PILAS COMPOST
MAQUINARIA
ÁREA DE
ALMACENAMIENTO



3 SECCIÓN LONGITUDINAL
1:300

Esc. 1:400
0 1 5 10

SECCIONES PLANTA DE TRATAMIENTO COMPOST

CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
PATULUL, SUCHITÉPEQUEZ.

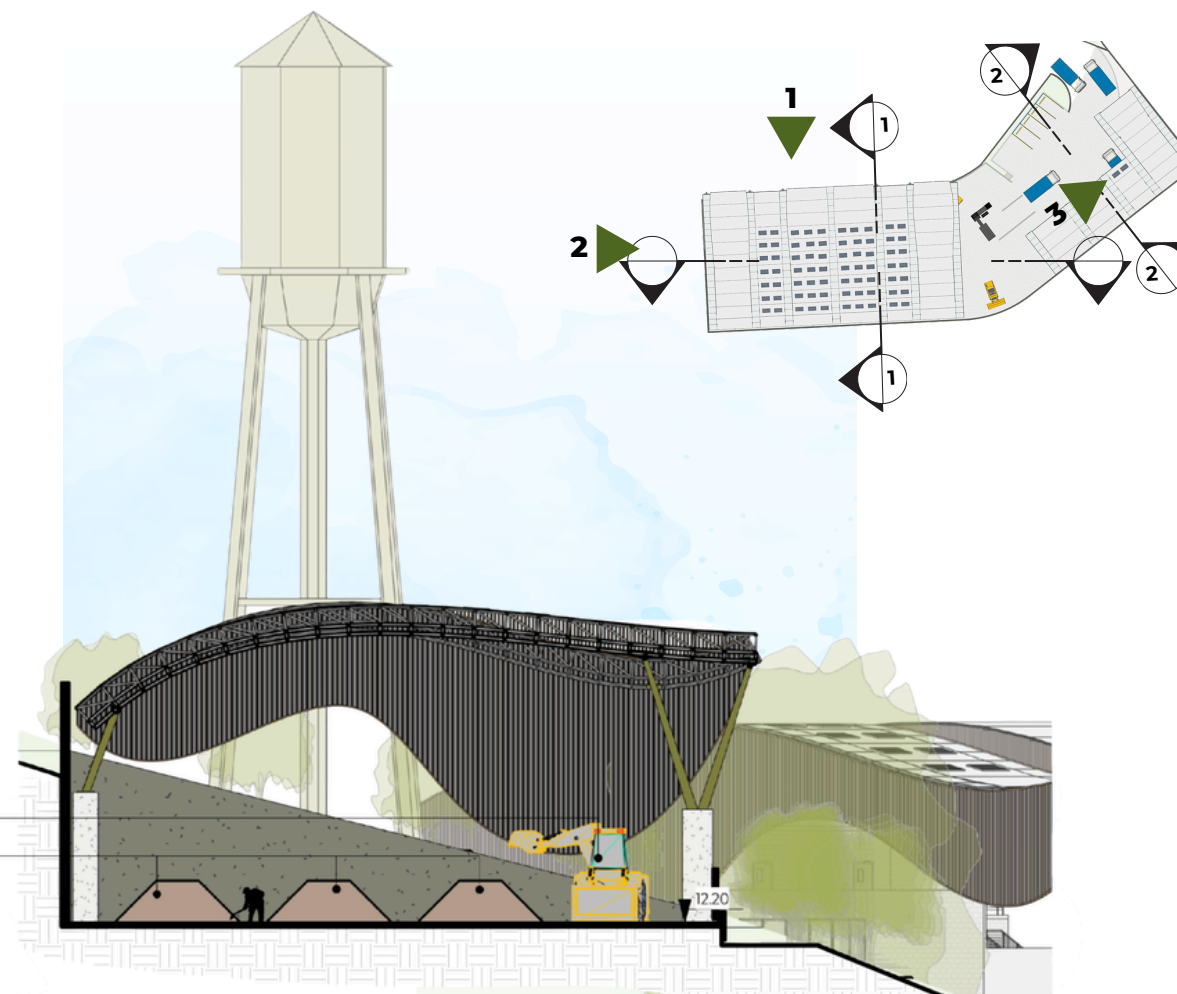
care

ADMINISTRACIÓN
COMEDOR
MAQUINARÍA
ÁREA DE DESCARGA
DE MATERIAL



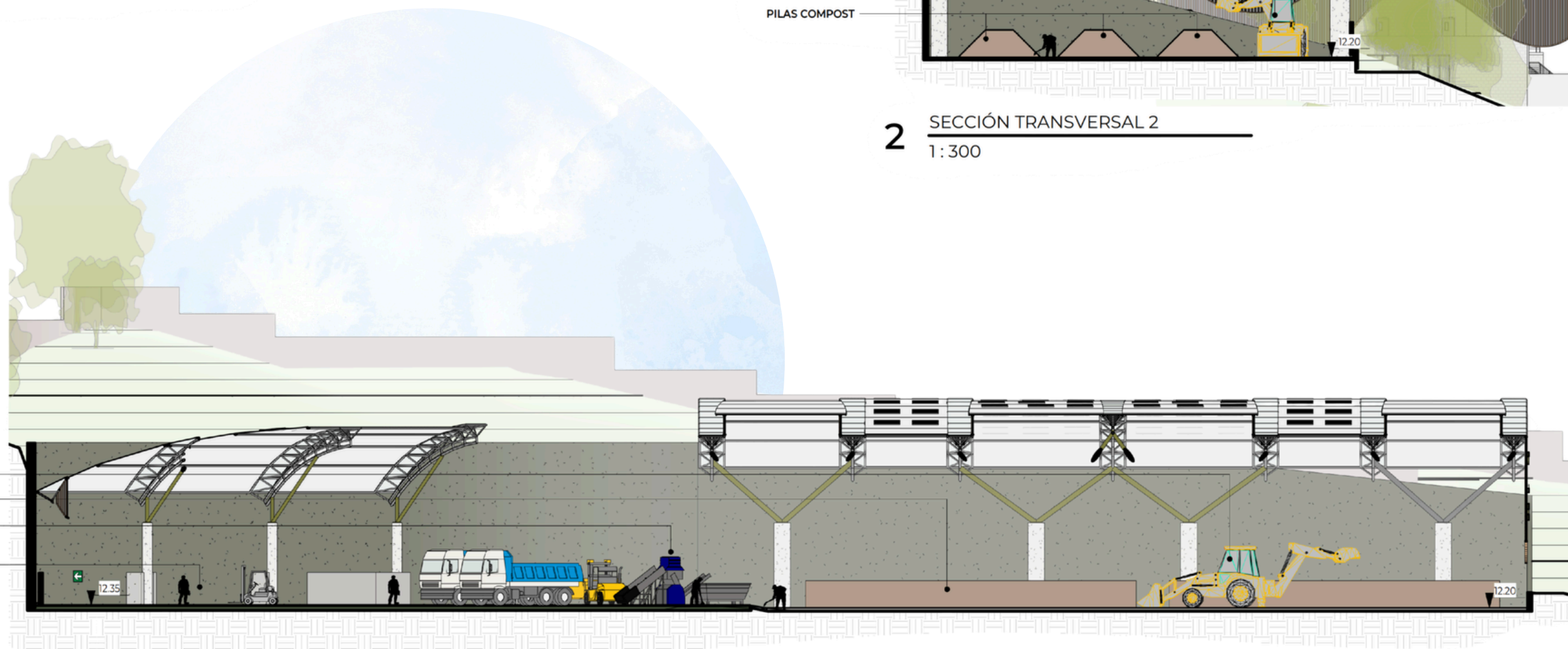
1 SECCIÓN TRANSVERSAL 1
1:300

MAQUINARÍA
PILAS COMPOST



2 SECCIÓN TRANSVERSAL 2
1:300

MAQUINARÍA
PILAS COMPOST
MAQUINARÍA
ÁREA DE
ALMACENAMIENTO



3 SECCIÓN LONGITUDINAL
1:300

Esc. 1:400
0 1 5 10

SECCIONES PLANTA DE TRATAMIENTO COMPOST

CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
PATULUL, SUCHITÉPEQUEZ.

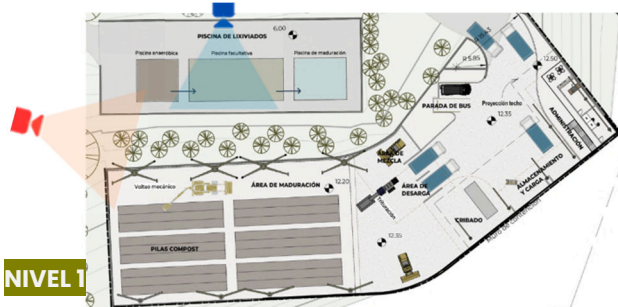
care



Fachada Planta de tratamiento

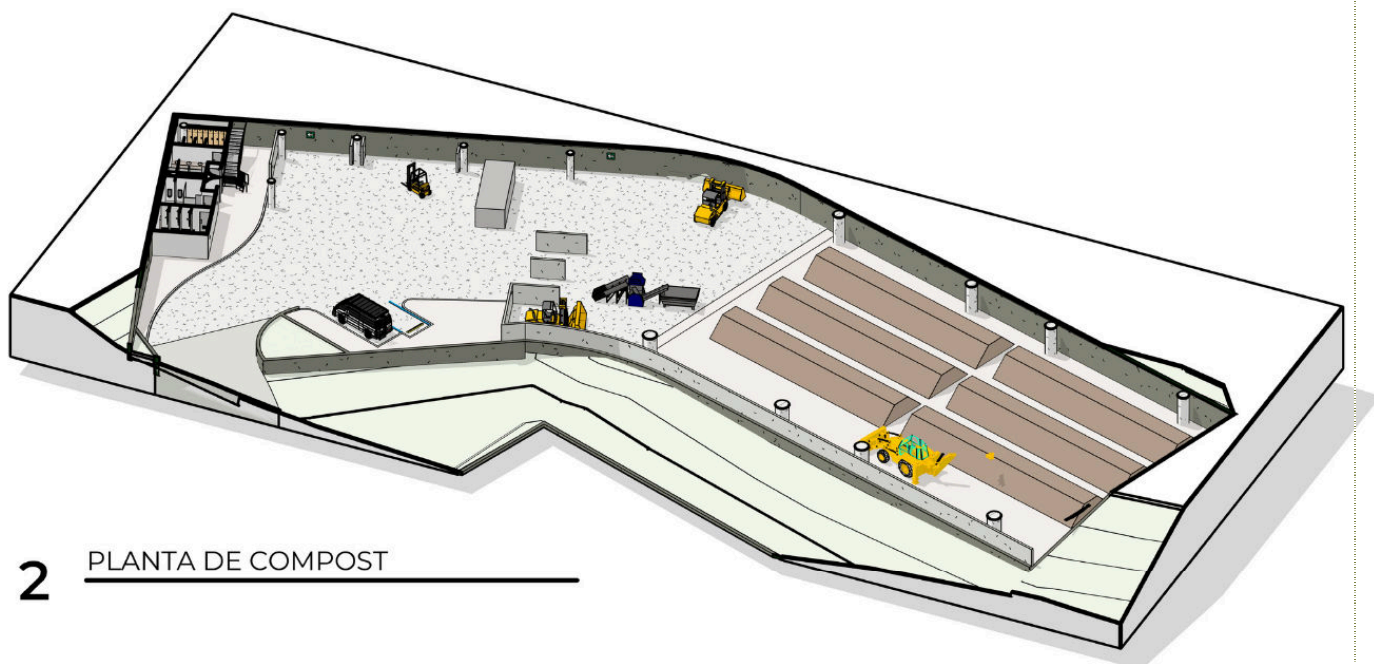


Interior Planta de tratamiento

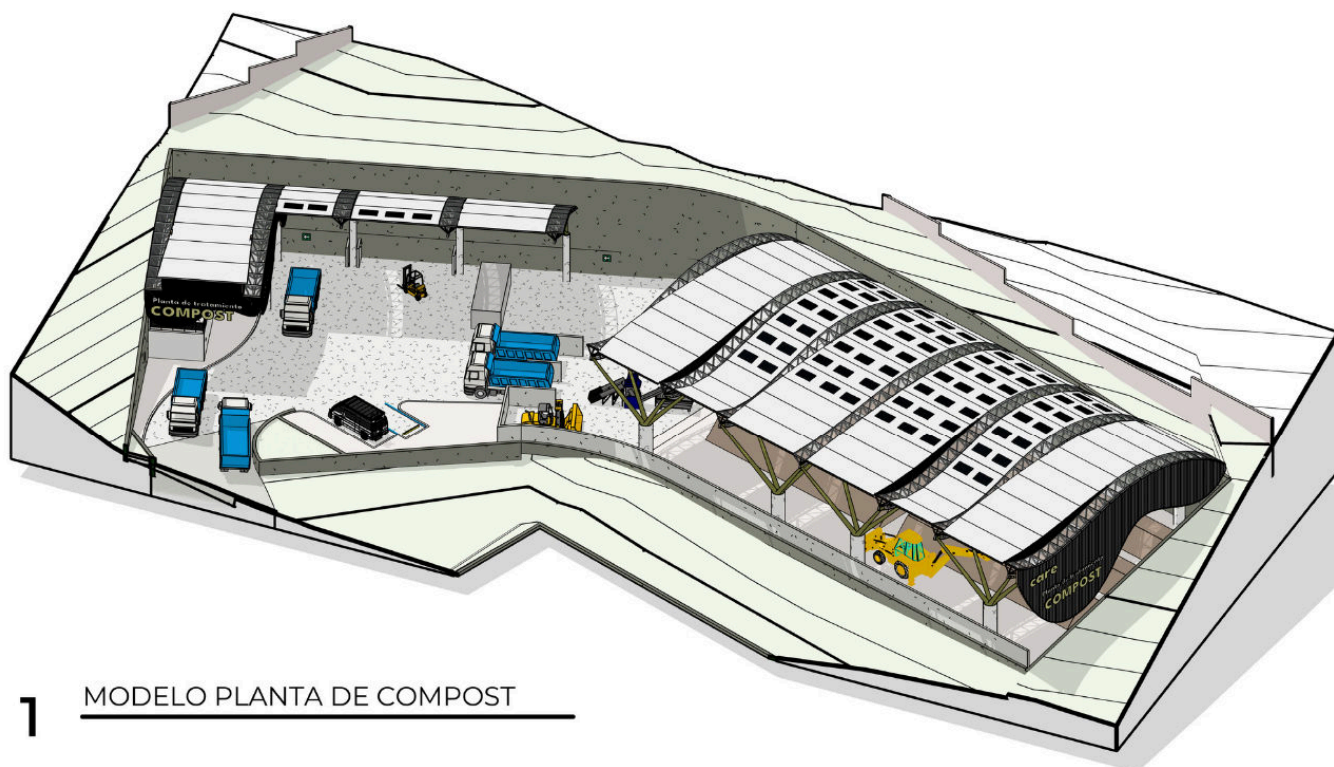


NIVEL 1



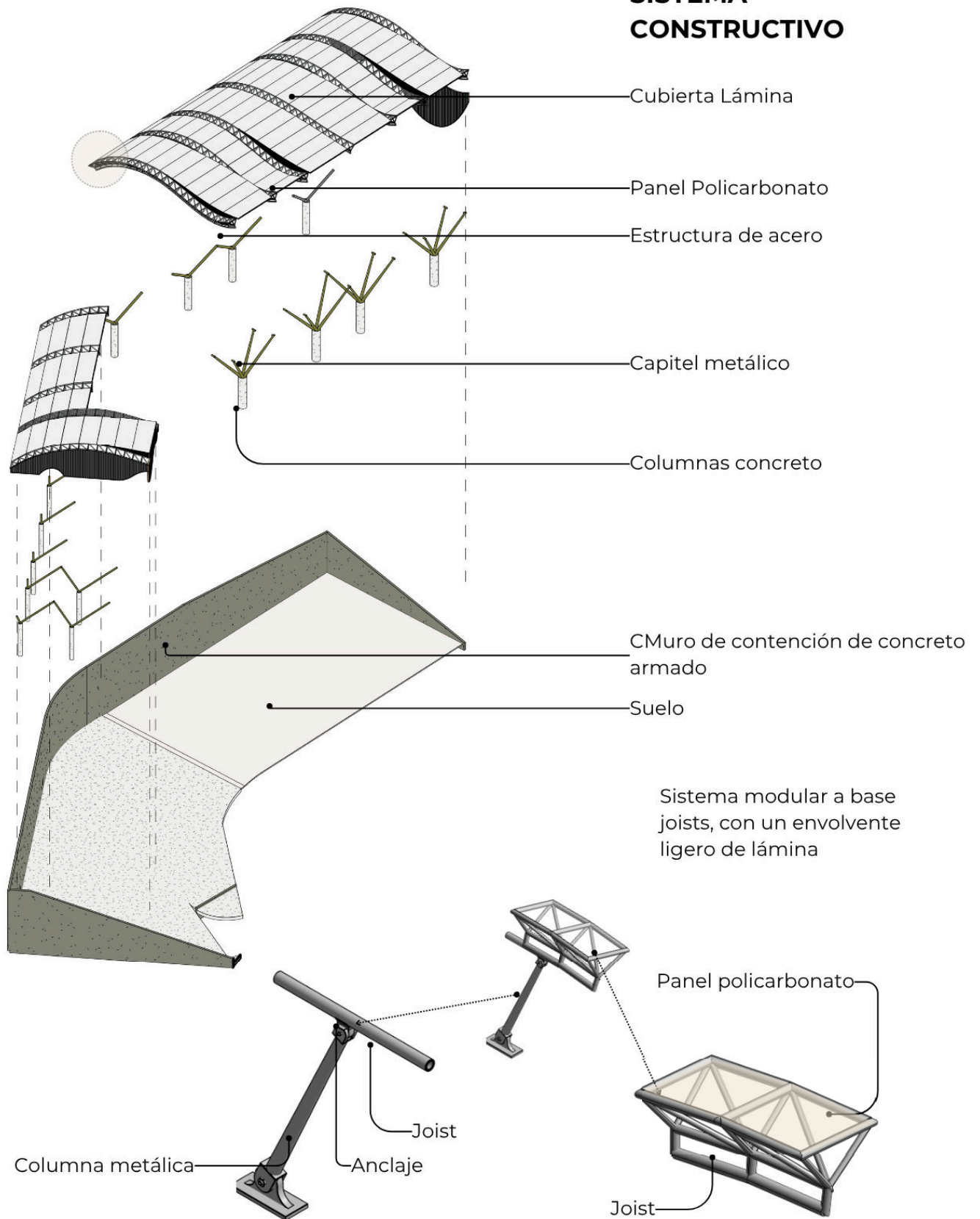


2 PLANTA DE COMPOST



1 MODELO PLANTA DE COMPOST

SISTEMA CONSTRUCTIVO



01

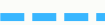
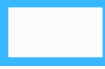
Detalle Columna metálica
Sin Esc.

02

Detalle Estructura metálica
Sin Esc.



SIMBOLOGÍA

-  Tubería Agua potable
-  Tubería principal que conecta cisterna pluvial con tanque elevado
-  Cisterna pluvial



1 TUBERÍA DE AGUA POTABLE
1:1250

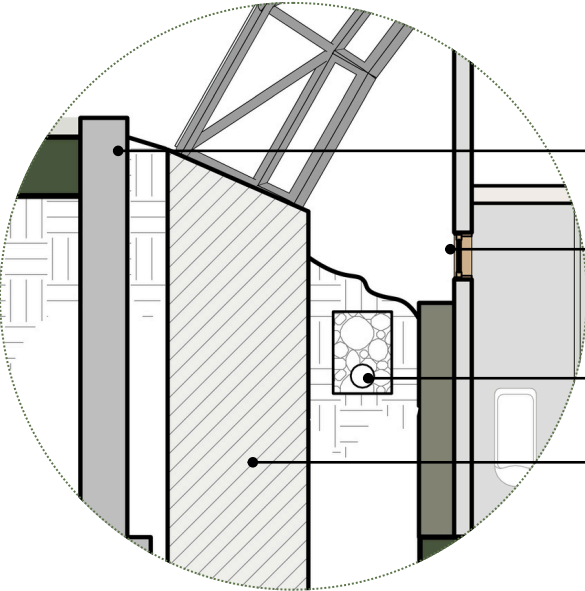
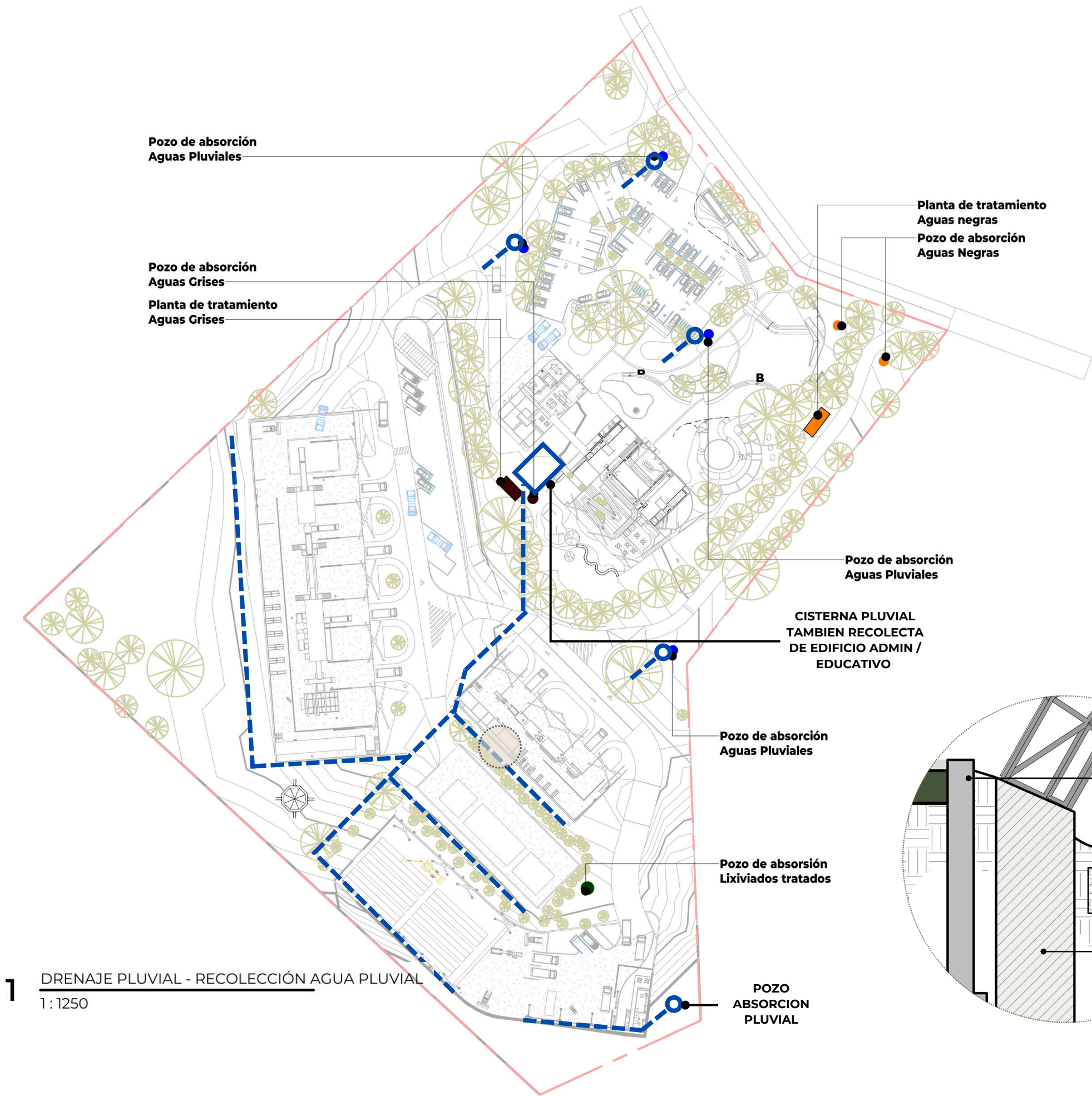
**DIAGRAMA INSTALACIÓN AGUA POTABLE
CONJUNTO**

CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
PATULUL, SUCHITÉPEQUEZ.



SIMBOLOGÍA

- Tubería pluvial
- Pozo de absorción
- Cisterna pluvial



1

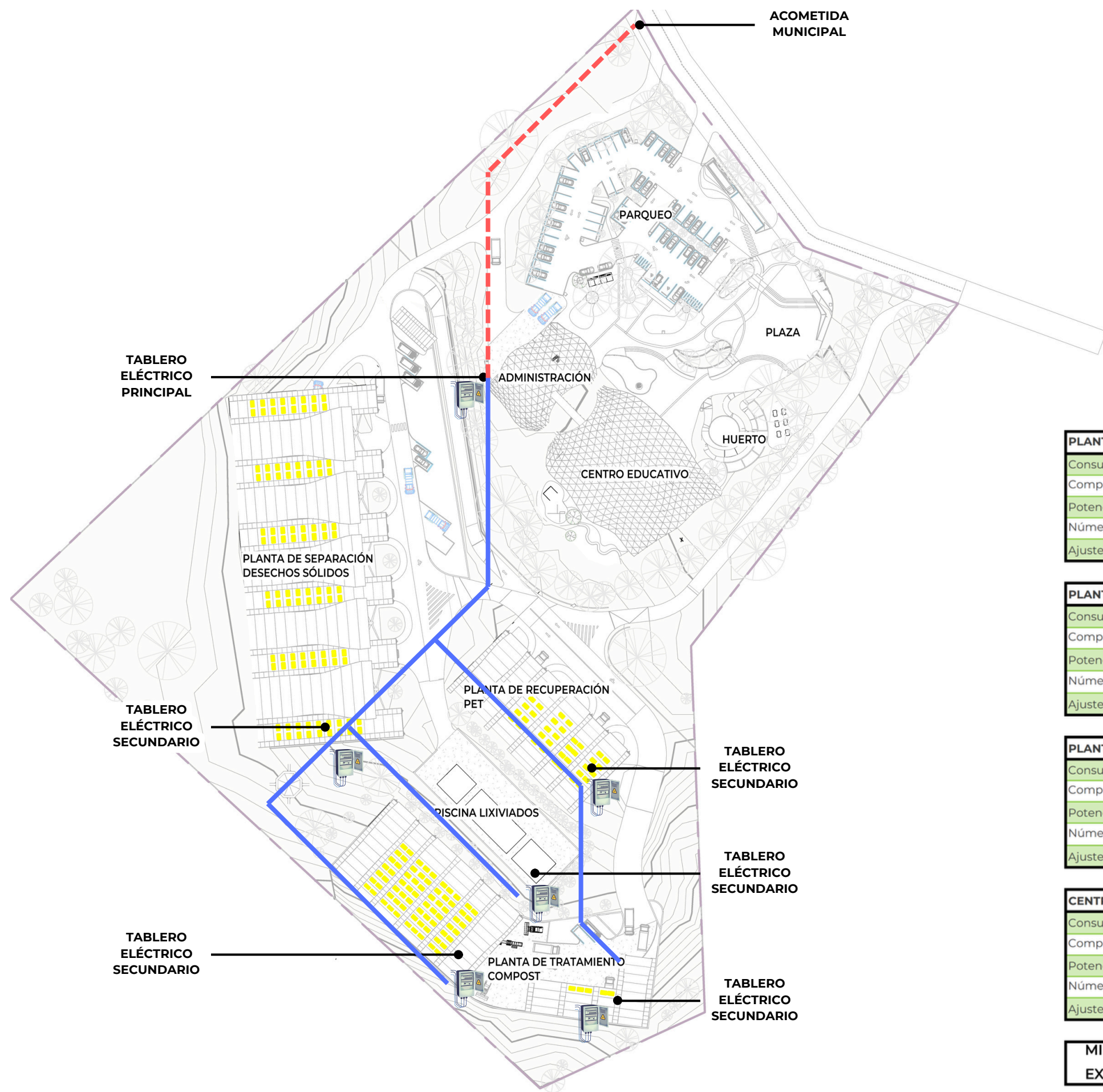
DRENAJE PLUVIAL - RECOLECCIÓN AGUA PLUVIAL
1:1250

**DIAGRAMA INSTALACIÓN AGUA PLUVIAL
CONJUNTO**

CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
PATULUL, SUCHITÉPEQUEZ.







SIMBOLOGÍA

 Tablero eléctrico

 Recorrido secundario bajo tierra

 Acometida eléctrica municipal

 Panel solar

PLANTA DE SEPARACIÓN	Fórmula / Operación Matemática	Resultado
Consumo Real Diario	Sumatoria del consumo diario estimado	28,440 Wh
Compensación de Pérdidas	$28,440 \text{ Wh} \div 0.70$ (Eficiencia)	40,628 Wh
Potencia Total Necesaria	$40,628 \text{ Wh} \div 5$ (Horas de Sol)	8,125 Watts
Número de Paneles	$8,125 \text{ Watts} \div 300 \text{ W}$ (Panel)	27.08 Paneles
Ajuste Final (Redondeo)	Subir a un número par	30 Paneles min.

PLANTA PET	Fórmula / Operación Matemática	Resultado
Consumo Real Diario	(Suma de la tabla anterior)	22,640 Wh
Compensación de Pérdidas	$22,640 \text{ Wh} \div 0.70$ (Eficiencia)	32,343 Wh
Potencia Total Necesaria	$32,343 \text{ Wh} \div 5$ (Horas de Sol Pico)	6,468 Watts
Número de Paneles	$6,468 \text{ Watts} \div 300 \text{ W}$ (Panel)	21.56 Paneles
Ajuste Final (Redondeo)	Subir al número par más cercano	24 Paneles min.

PLANTA COMPOST	Fórmula / Operación Matemática	Resultado
Consumo Real Diario	(Suma de la tabla anterior)	27,440 Wh
Compensación de Pérdidas	$27,440 \text{ Wh} \div 0.70$ (Eficiencia)	39,200 Wh
Potencia Total Necesaria	$39,200 \text{ Wh} \div 5$ (Horas de Sol Pico)	7,840 Watts
Número de Paneles	$7,840 \text{ Watts} \div 300 \text{ W}$ (Panel)	26.13 Paneles
Ajuste Final (Redondeo)	Subir al siguiente número par funcional	30 Paneles min.

CENTRO EDUCATIVO	Fórmula / Operación Matemática	Resultado
Consumo Real Diario	(Suma de la tabla anterior)	61,220 Wh
Compensación de Pérdidas	$61,220 \text{ Wh} \div 0.70$ (Eficiencia)	87,457 Wh
Potencia Total Necesaria	$87,457 \text{ Wh} \div 5$ (Horas de Sol)	17,491 Watts
Número de Paneles	$17,491 \text{ Watts} \div 300 \text{ W}$ (Panel)	58.3 Paneles
Ajuste Final (Redondeo)	Subir a un múltiplo funcional	60 Paneles min.

MINIMO DE PANELES PARA SUMINISTRAR ENERGIA EXCEPTUANDO EQUIPOS DE GRAN ENVERGADURA	144
--	-----

FUENTE: SOLAR GUATEMALA



DIAGRAMA INSTALACIÓN ELÉCTRICA CONJUNTO

CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE Y EDUCACIÓN AMBIENTAL PATULUL, SUCHITÉPEQUEZ.





LOGÍA

ilisguate

ebuia rosea DC.
va

ro Rojo

carpus fraxinifolius
ducida

Blanco

ebuia donnell-smithii
va

ano

a Paradisiaca
va

anvilia

gainvillea glabra
ducida

anio

irgonium hortorum L. H.
ducida

inolia

inolia grandiflora
ducida

ba Buena

itha spp.
va

endra

inalia catappa
ducida



Caoba

Swietenia macrophylla K.
Nativa



Coco

Cocos nicifera
Nativa



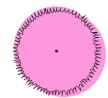
Aguacate

Persea Americana
Nativa



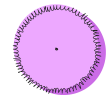
Mango

Mangifera indica
Introducida



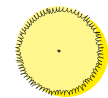
Clavel

Dianthus caryophyllus L.
Introducida



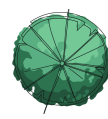
Lavanda

Lavandula angustifolia
Introducida



Ruda

Ruta graveolens
Nativa



Gusnay

Spathiphyllum phrynifolium S.
Nativa

PALETA VEGETAL CONJUNTO

CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
PATULUL, SUCHITÉPEQUEZ.

SIMBOLOGÍA

Recorrido de emergencia



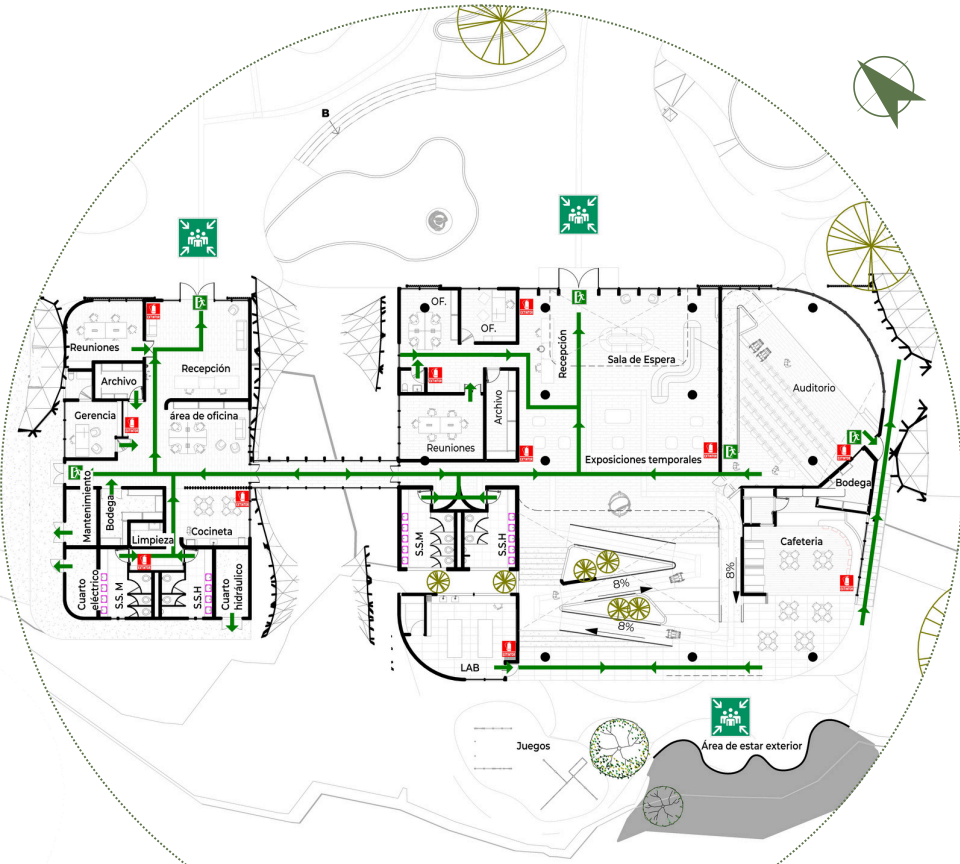
Punto de reunión seguro



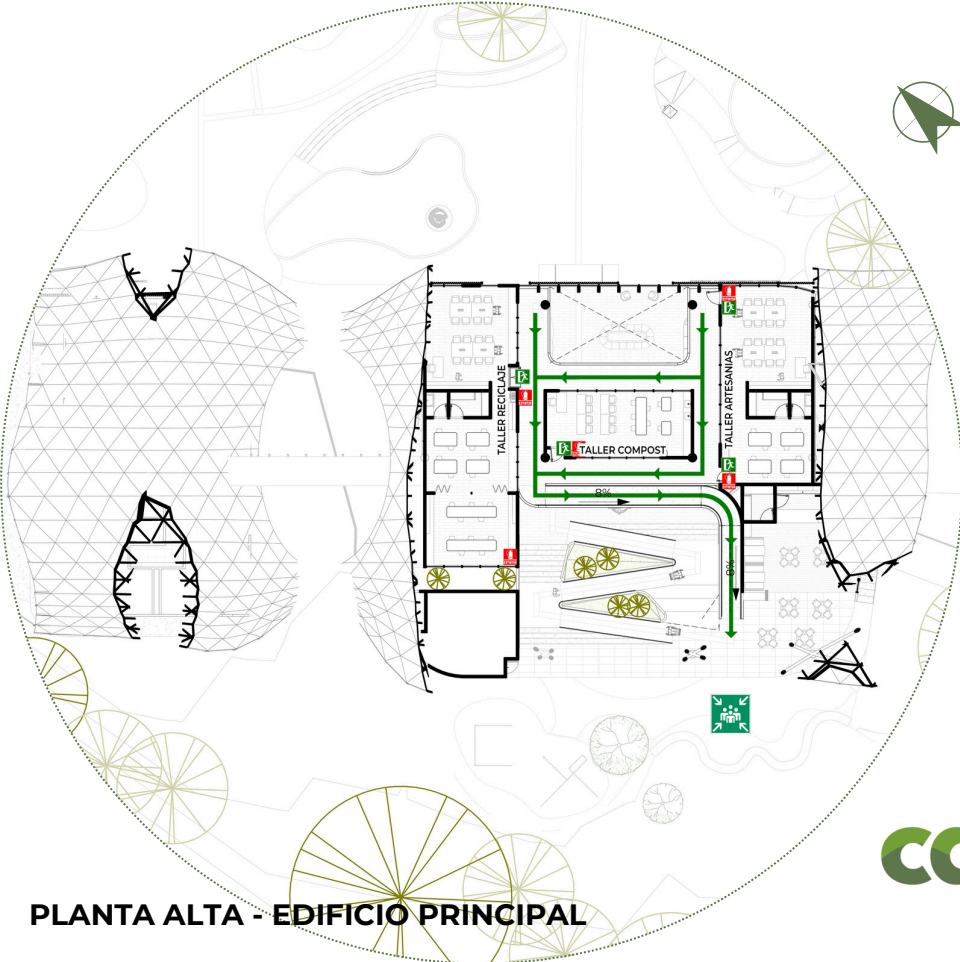
Salida de emergencia



Extintor



PLANTA BAJA - EDIFICIO PRINCIPAL



PLANTA ALTA - EDIFICIO PRINCIPAL

5.3. Presupuesto

ETAPA	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	SUMAN	TOTALES
Diseño, planificación	topografía para levantamiento inicial	1	global	Q17,500.00	Q 17,500.00	
	diseño arquitectónico	13,530.00	M2	Q 100.00	Q 1,353,000.00	
	Juego de planos	13,530.00	M2	Q 50.00	Q 676,500.00	
	ingeniero sanitaria	13,530.00	M2	Q 8.00	Q 108,240.00	
	ingeniero eléctrico	13,530.00	M2	Q 8.00	Q 108,240.00	
	ingeniero instalaciones	13,530.00	M2	Q 8.00	Q 108,240.00	
	ingeniero estructural	13,530.00	M2	Q 16.00	Q 216,480.00	
	estudio ambiental	1.00	global	Q 35,000.00	Q 35,000.00	
	estudio hidrogeológico	1	global	Q 50,000.00	Q 50,000.00	
	estudio para tala de árboles (ing. Agrónomo)	1	global	Q 35,000.00	Q 35,000.00	Q 2,708,200.00
Licencias, permisos, certificaciones, trámites	gestión ante municipalidad, EMPAGUA, ministerios (MSPAS MARN), conred, DGAC, IDAEH, INAB y otros	1	global	Q 12,500.00	Q 12,500.00	
	Licencia MARN	1	global	Q 15,000.00	Q 15,000.00	
	Estudios de factibilidad	1	global	Q 25,000.00	Q 25,000.00	
	licencia tala de árboles	1	global	Q 5,000.00	Q 5,000.00	
	licencia municipal de	1	global	Q 114,159.38	Q 114,159.38	Q 171,659.38
FASE 1						
Trabajos preliminares	Limpieza y chapeo del terreno	38943	m2	Q 8.00	Q 311,544.00	
	Replanteo topográfico	2	cuadrilla	Q 11,500.00	Q 23,000.00	
	Campamento	250	m2	Q 375.00	Q 93,750.00	
	Movimiento de tierra	14200	m3	Q 550.00	Q 7,810,000.00	
	Instalaciones provisionales	1	global	Q 45,000.00	Q 45,000.00	Q 8,283,294.00
Urbanización	Pavimentación	4020	m2	Q 750.00	Q 3,015,000.00	
	Instalaciones hidráulicas	700	ml	Q 2,500.00	Q 1,750,000.00	
	Instalaciones sanitarias	1800	ml	Q 3,950.00	Q 7,110,000.00	
	Instalaciones eléctricas	2500	ml	Q 2,500.00	Q 6,250,000.00	
Administración	Estructura metálica envolvente	650	m2	Q 7,000.00	Q 4,550,000.00	
	Edificación interna + instalaciones + acabados	336	m2	Q 4,500.00	Q 1,512,000.00	
Educación	Estructura metálica envolvente	2100	m2	Q 7,000.00	Q 14,700,000.00	
	Edificación interna + instalaciones + acabados	1529	m2	Q 5,500.00	Q 8,409,500.00	
Exteriores	Estacionamiento	2110	m2	Q 1,200.00	Q 2,532,000.00	
	Jardinización	12500	m2	Q 350.00	Q 4,375,000.00	
	Plazas y aceras	2400	m2	Q 1,700.00	Q 4,080,000.00	
	Areas de estar	350	m2	Q 1,500.00	Q 525,000.00	
Planta de separación	Muro de contención	372	m3	Q 7,500.00	Q 2,790,000.00	
	Cubierta metálica	4000	m2	Q 3,500.00	Q 14,000,000.00	
	Planta de separación	3674	m2	Q 2,000.00	Q 7,348,000.00	
	Maquinaria separación	1	U	Q 12,000,000.00	Q 12,000,000.00	
Piscinas lixiviados	Muro de contención	265	m3	Q 7,500.00	Q 1,987,500.00	
	Cubierta metálica	4000	m2	Q 3,500.00	Q 14,000,000.00	
	Piscinas	500	m2	Q 1,250.00	Q 625,000.00	
	Maquinaria	1	U	Q 5,000,000.00	Q 5,000,000.00	
Planta de Composte	Muro de contención	451	m3	Q 7,500.00	Q 3,382,500.00	
	Cubierta metálica	2000	m2	Q 3,500.00	Q 7,000,000.00	
	Planta de composte	3160	m2	Q 2,000.00	Q 6,320,000.00	
	Maquinaria Compost	1	U	Q 1,500,000.00	Q 1,500,000.00	Q 134,761,500.00

FASE 2

Trabajos preliminares	Limpieza y chapeo del terreno	1300	m2	Q	8.00	Q	10,400.00	Q	4,503,150.00
	Replanteo topográfico	1	cuadrilla	Q	11,500.00	Q	11,500.00		
	Campamento	150	m2	Q	375.00	Q	56,250.00		
	Movimiento de tierra	8000	m3	Q	550.00	Q	4,400,000.00		
	Instalaciones provisionales	1	global	Q	25,000.00	Q	25,000.00		
Urbanización	Pavimentación	230	m2	Q	750.00	Q	172,500.00		
	Instalaciones hidráulicas	90	ml	Q	750.00	Q	67,500.00		
	Instalaciones sanitarias	150	ml	Q	3,950.00	Q	592,500.00		
	Instalaciones eléctricas	150	ml	Q	2,500.00	Q	375,000.00		
Planta de recuperación PET	Muro de contención	40	m3	Q	7,500.00	Q	300,000.00		
	Cubierta metálica	950	m2	Q	3,500.00	Q	3,325,000.00		
	Planta de recuperación Pet	932	m2	Q	2,000.00	Q	1,864,000.00		
	Maquinaria PET	1	U	Q	2,000,000.00	Q	2,000,000.00		
Exteriores	Estacionamiento	0	m2	Q	1,200.00	Q	-		
	Jardinización	1100	m2	Q	350.00	Q	385,000.00		
	Plazas y aceras	320	m2	Q	1,700.00	Q	544,000.00		

INVERSIÓN **Q** **160,053,303.38**

Tabla 23. Presupuesto

Elaboración propia, precios estimados por analogía.

INTEGRACIÓN DE COSTOS			
Concepto	Monto (Q)		
Costo directo de las fases	Q	160,053,303.38	
Costo indirecto 15% (gastos administrativos)	Q	24,007,995.51	
Imprevistos 5%	Q	8,002,665.17	
Costo total del proyecto	Q	192,063,964.05	
Metros cuadrados (m ²)		38943	
Costo por metro cuadrado	Q	4,931.93	

HONORARIOS DEL PROYECTO			
%	Concepto	Monto (Q)	
7%	Honorarios del costo total del proyecto según el arancel de arquitectos	Q	13,444,477.48

Tabla 24. Honorarios

Elaboración propia, precios estimados con base en el *Arancel de Honorarios para Arquitectos en Guatemala*.

5.4. Cronograma de ejecución

2026 - 2027																							
ETAPA	ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22
diseño, planificación	Topografía para levantamiento																						
	Diseño arquitectónico																						
	Estudio estructural																						
	Estudio ambiental																						
	Estudio hidrogeológico																						
	Estudio para tala de árboles																						
	Juego de planos																						
licencias, permisos, certificaciones, trámites	gestión ante municipalidad, EMPAGUA, ministerios (MSPAS MARN), conred, DGAC, IDAEH, INAB y otros																						
	Licencia MARN																						
	Estudios de factibilidad																						
	licencia tala de árboles																						
	licencia municipal de																						

2028 - 2029		FASE 1																FASE 2					
ETAPA	ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22
trabajos preliminares	Limpieza y chapeo del terreno																						
	Replanteo topográfico																						
	Campamento																						
	instalaciones provisionales																						
Urbanización	Pavimentación																						
	Instalaciones hidráulicas																						
	Instalaciones sanitarias																						
	Instalaciones eléctricas																						
Administración	Estructura metálica envolvente																						
	Edificación interna + instalaciones + acabados																						
Educación	Estructura metálica envolvente																						
	Edificación interna + instalaciones + acabados																						
Exteriores	Estacionamiento																						
	Jardinización																						
	Plazas y aceras																						
	Áreas de estar																						
Planta de separación	Muro de contención																						
	Cubierta metálica																						
	Planta de separación																						
	Maquinaria separación																						
Piscinas lixiviados	Muro de contención																						
	Cubierta metálica																						
	Piscinas																						
	Maquinaria																						
Planta de Composte	Muro de contención																						
	Cubierta metálica																						
	Planta de composte																						
	Maquinaria Compost																						

2028 - 2029		FASE 1																FASE 2					
ETAPA	ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22
Trabajos preliminares	Limpieza y chapeo del terreno																						
	Replanteo topográfico																						
	Campamento																						
	Movimiento de tierra																						
	Instalaciones provisionales																						
Urbanización	Pavimentación																						
	Instalaciones hidráulicas																						
	Instalaciones sanitarias																						
	Instalaciones eléctricas																						
Planta de recuperación PET	Muro de contención																						
	Cubierta metálica																						
	Planta de recuperación Pet																						
	Maquinaria PET																						
	Jardinización																						
	Plazas y aceras																						
2030 - INICIO DE OPERACIONES																							

Tabla 25. Cronograma de ejecución
Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- Se cumplió con el objetivo planteado para la realización del diseño, a nivel de anteproyecto, del *Centro de Acopio, Reciclaje y Educación Ambiental de Patulul, Suchitepéquez*, considerando los lineamientos de la investigación, con el fin de optimizar la gestión de desechos sólidos de manera eficiente y sustentable del municipio.
- Se desarrolló una zonificación a nivel de conjunto, que cumple estrictamente con el *Acuerdo Gubernativo 164-2021, Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes*, en cuanto a los distanciamientos mínimos de 100 y 25 metros de las plantas hacia los lugares poblados, afortunadamente, no se cuenta con cuerpos de agua a nivel superficial cercanos por lo que no se necesitó de distanciamiento extra.
- Se diseñaron los espacios exteriores conservando más del 80 % de la vegetación existente, la mayor parte de árboles proveerán sombra en el parqueo y, de acuerdo a las condiciones de diseño que marcan los árboles, se configuró el parqueo, lo que permitió lograr una forma más dinámica. Se completó con más vegetación en el conjunto para crear las barreras necesarias y favorecer el confort climático.
- Se evidenció que, crear áreas multifuncionales ayuda a adaptar los espacios en función de las necesidades de los usuarios, ofreciendo al mismo tiempo, áreas dinámicas que pueden cambiar de acuerdo a las actividades que se desean practicar.
- En cuanto a la seguridad y salud ocupacional, los espacios fueron diseñados para ser suficientemente amplios, dignos y seguros, garantizando áreas de trabajo cómodas y convenientemente ventiladas para los empleados, promoviendo un entorno de trabajo adecuado.
- La efectividad del *Modelo Integrado de Evaluación Verde (MIEV)* debe aplicarse desde la etapa de toma de decisiones y no como una herramienta de validación posterior. Esta estrategia permitió integrar las soluciones ambientales a la arquitectura desde los primeros trazos.

RECOMENDACIONES

Para que el proyecto cumpla con su cometido, tal y como fue previsto en el diseño, se recomienda a la Municipalidad de Patulul, Suchitepéquez que, en la etapa de preinversión, se incluyan todos los planos arquitectónicos y estudios técnicos necesarios; además de los estudios de impacto ambiental.

Adicionalmente, se le recomienda a la municipalidad que, en la etapa de operación se considere lo que se indica a continuación.

- Trabajar simultáneamente con un relleno sanitario para implementar buenas prácticas de gestión de residuos, asegurando un manejo eficiente y sostenible de los desechos sólidos.
- Implementar un sistema de monitoreo y evaluación regular, para asegurar que las operaciones del relleno sanitario cumplan con los estándares ambientales y de salud.
- Desarrollar programas educativos y talleres que involucren a la comunidad local, aumentando la concienciación sobre la importancia del reciclaje y la gestión adecuada de los residuos.
- Proveer capacitación continua al personal sobre el uso de nuevas tecnologías y prácticas innovadoras en gestión ambiental.
- Realizar los estudios técnicos necesarios antes de iniciar el proceso constructivo.

REFERENCIAS

- Aceretech. *Línea de lavado para el reciclaje de botellas de PET*. Consultado el 17 de septiembre de 2024. <https://www.aceretech.com/product-AWS-PET-washing-recycling-machine-AWS-PET.html>
- Acurio, Guido; Antonio Rossin, Paulo Fernando Teixeira y Francisco Zepeda. *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. 1997. Consultado el 30 de mayo del 2024, <https://doi.org/10.18235/0010235>
- Agencia de Residuos de Cataluña. *Guía práctica para el diseño y la explotación de plantas de compostaje*. Noviembre de 2016. Consultado el 14 de agosto de 2024, https://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/form/GuiaPC_web_ES.pdf
- Asamblea Nacional Constituyente. *Constitución Política de la República de Guatemala*. 1985. Consultado el 14 de septiembre del 2024, <https://cc.gob.gt/index.php/constitucion-politica/>
- BBVA. *¿Qué es el compost y cuáles son sus fases, usos y beneficios?* 12 de abril del 2026. Consultado el 11 de mayo del 2026, <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-compost-y-cuales-son-sus-fases-el-poder-del-suelo-vivo/>
- Bizkaia.eus. *Europa se reunieron en la, Representantes de 1.000 autoridades Locales y Regionales de toda. De la carta a la acción (Lisboa 96)*. Consultado el 12 de octubre de 2024, https://www.bizkaia.eus/home2/Archivos/DPTO9/Temas/Pdf/ca_lisboa.pdf?hash=84d4f21f8ee72f6b65a5918fbc97b646
- Cabrera, Zulma. *Arquitectura ¿Sostenible o sustentable? ¿Posible?* Consejo Profesional de Arquitectura e Ingeniería de Misiones. 2016. Consultado el 10 de agosto de 2024, <http://cpaim.com.ar/sites/default/files/u6/arquitectura%20sostenible-sustentable%20posible%20%20ing%20Zulma%20cabrera.pdf>

Castelli, Francesca Romana; Luca Porqueddu y Gianpaola Spirito. *Bruno Zevi e la didattica dell'architettura*. Editado por Piero Ostilio Rossi. Quodlibet, 2019.

ChatGPT (OpenAI). *Serie de croquis arquitectónicos conceptuales para proyecto de centro de acopio, reciclaje y educación ambiental Patulul, Suchitepéquez*. Imágenes generadas con asistencia de inteligencia artificial. 2026. <https://chat.openai.com>. Imágenes generadas con asistencia de inteligencia artificial

Concejo Municipal de Patulul, Suchitepéquez. *Plan de Desarrollo Municipal y de Ordenamiento Territorial, Municipio de Patulul, Suchitepéquez. 2019-2032. PDM-OT*. Guatemala, 2019. Consultado el 5 de agosto de 2024, https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/07/1014_PDM_OT_PATULUL_SUCHITEPEQUEZ.pdf

Congreso de la República de Guatemala. *Decreto Numero 4-89, Ley de Areas Protegidas*. *Diario de Centro America* número 64, publicado el 10 de febrero de 1989. Acceso el 17 de abril de 2024, https://www.congreso.gob.gt/detalle_pdf/decretos/1575#gsc.tab=0

Congreso de la República de Guatemala. *Decreto Número 90-97, Código de Salud*. *Diario de Centro América* número 71, publicado el 07 de noviembre de 1997. Consultado el 04 de febrero del 2024, https://www.congreso.gob.gt/assets/uploads/info_legislativo/decretos/1997/gtdcx90-1997.pdf

Consejo Departamental de Desarrollo del Departamento de Suchitepéquez. *Plan de desarrollo departamental*. Guatemala: SEGEPLAN, 2011. Consultado el 04 de febrero del 2024, https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/05/1000_PDD_SUCHITEPEQUEZ.pdf

Diputación Foral de Bizkaia. *Documentos sobre el medio ambiente*. Consultado el 9 de enero del 2024, https://www.bizkaia21.eus/biblioteca_virtual/detalle_documento.asp?idDoc=15&idPagina=120&volver=1&idioma=ca&orden=1&tipoOrden=0

Dueñas del Río, Alejandra. *Reflexiones sobre la arquitectura sustentable en México. Legado de arquitectura y diseño*, núm. 14 (2013): 77–91.

Consultado el 16 de agosto de 2024,

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477947373007>

Forte, Luís D., Ricardo Faria y Ana C. Ferreira. *Design and performance assessment of a double-screen trommel for MSW separation*. En: *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 103–15. Cham: Springer International Publishing, 2023.

García, Lorena. *La basura: consecuencias ambientales y desafíos*. 14 de abril de 2016. Consultado el 16 de agosto de 2024,

<https://eco.mdp.edu.ar/institucional/eco-enlaces/1611-la-basura-consecuencias-ambientales-y-desafios>

Garrido, Luis de. *Arquitectura Sustentable. Promateriales*: 83–98. S. f.

Consultado el 11 de agosto de 2024.

<https://www.proarquitectura.es/pdf/pm2709.pdf>

IGN. *Zonas de vida*. 29 de octubre del 2023. Consultado el 14 de agosto de 2024,

http://www.ign.gob.gt/geoportal/metadatos_tematicos/zonas_de_vida.html

INE. *Compendio Estadístico Ambiental 2015*. Guatemala: 2016. Consultado el 6 de agosto de 2024,

<https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2016/12/12/akJPkymTlGr1QQoommBxUNXhZ9Qhwph.pdf>

INE. *Estimaciones y proyecciones nacionales de la población. Metodología y principales resultados*. 2020. Consultado el 6 de agosto de 2024,

<https://www.ine.gob.gt/ine/wp-content/uploads/2020/08/01-Presentacion-de-Resultados-Nacionales.pdf>

INE. *Resultados del Censo 2018. Características generales de viviendas particulares por material predominante en: Pared y Techo, Patulul Suchitepéquez*. Consultado el 6 de agosto de 2024,

<https://censo2018.ine.gob.gt/graficas>

Jaramillo, Jorge. *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. OPS/CEPIS/PUB/02.93. 2002. Consultado el 14 de agosto de 2024.

<https://redrrss.minam.gob.pe/material/20090128200240.pdf>

Mannheim, Luisa. *Arquitectura orgánica: Por amor a la naturaleza*. 2 de noviembre de 2023. Consultado el 14 de agosto de 2024,

<https://n9.cl/pw480f>

MAGA; SIEAGRO. *Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra (2020) del municipio de Patulul, Suchitepéquez*. 2022. Consultado el 16 de septiembre de 2024,

<https://apps.maga.gob.gt/sieagro/Normativas?page=3&categoryId=283&tipoid=21&clasificacionId=22>

MARN. *Acuerdo Gubernativo 164-2021, Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes*. Segunda Edición. 2023.

Acceso el 06 de noviembre de 2025,

<https://www.marn.gob.gt/reglamento-164-2021/>

MARN. *Guía para la identificación gráfica de los residuos sólidos comunes*.

2018. Consultado el 15 de enero de 2025,

https://www.marn.gob.gt/wpfd_file/guia-para-la-identificacion-grafica-de-los-residuos-solidos-comunes/

MARN. *Nueva planta separadora facilitará la gestión integral de desechos en el vertedero de AMSA*. Noticias: 2024. Consultado el 15 de enero de 2025,

<https://n9.cl/pmsju>

Metalocus.es. *Wright 1869 - 1959*. S. f. Consultado el 16 de septiembre del 2024. Consultado el 14 de agosto de 2024,

<https://www.metalocus.es/es/autor/wright-1>

MINEDUC. *Acuerdo Ministerial Número 3206-2019. Reformar el Acuerdo Ministerial Número 4025-2012, Reglamento para el estudio de la demanda educativa y creación de puestos docentes en centros educativos oficiales*. Emitido: 4 de octubre de 2019. Consultado el 15 de agosto de 2024,

<https://legal.dca.gob.gt/GestionDocumento/DescargarPDFDocumento?idDocumento=42950>

Mølskov, René. *¡Consigue un regalo increíble! Todo en el centro de reciclaje se está regalando esta semana*. 14 de junio de 2023. Consultado el 14 de agosto del 2024, <https://kobenhavnliv.dk/kobenhavn/goer-et-kaempe-gratis-kup-alt-i-genbrugscentret-foraeres-vaek-i-denne-uge>

Monzón Navarro, Abian. *Historia de la Arquitectura Bioclimática y aparición del desarrollo sostenible*. 10 de noviembre de 2011. Consultado el 14 de agosto del 2024, <https://abianmonzonnavarro.wordpress.com/2011/11/10/historia-de-la-arquitectura-bioclimatica-y-aparicion-del-desarrollo-sostenible/>

Moriana, Lara. *Basura orgánica e inorgánica: qué es y ejemplos*. Actualizado: 7 junio 2024. Consultado el 21 de enero del 2025, <https://www.ecologiaverde.com/basura-organica-e-inorganica-que-es-y-ejemplos-1243.html>

Nanarquitectura.com. Consultado el 20 de febrero de 2024. <https://nanarquitectura.com/2024/04/24/historia-de-la-arquitectura-sostenible/33007>.

Pérez Irungaray, Gerónimo Estuardo; Juan Carlos Rosito Monzón, Raúl Estuardo Maas Ibarra, Guillermo Alejandro Gándara Cabrera y Juventino Gálvez Ruano. *Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida*. Guatemala: URL, IARNA 42, 2018. Consultado el 29 de junio del 2024, <https://n9.cl/w3dd0>

Pintos, Paula (Curadora). *Centro de acopio para reciclaje; RUHM Architekten*. ArchDaily 10 de marzo de 2021. Consultado el 14 de agosto de 2024, <https://www.archdaily.cl/es/958372/centro-de-acopio-para-reciclaje-ruhm-architekten>

Pocón, Roni. *Las plagas urbanas son enemigas en casa*. Prensa Libre, el 10 de junio de 2017. Consultado el 14 de agosto de 2024, <https://www.prensalibre.com/ciudades/las-plagas-urbanas-son-enemigas-en-casa/>

RAE. *Diccionario de la lengua española. Mitigar*. 2024. Consultado el 13 de agosto de 2024., <https://dle.rae.es/mitigar>

Residuos KBH. *Centro de reciclaje de Sydhavn*. S. f. Consultado el 15 de agosto de 2024, <https://affald.kk.dk/genbrug/sydhavn-genbrugscenter>

Rodríguez, Mireya. *Organización del Municipio de Patulul, Suchitepéquez*. 21 de noviembre del 2016. Consultado el 21 de agosto de 2024, <https://departamentos.deguate.com/suchitepequez/organizacion-del-municipio-de-patulul-suchitepequez/>

Rodríguez, Niurka; José Brito, Ricardo Bériz. *Guía para la gestión integral de residuos sólidos municipales*. PADIT y CEDEL, 2021. Consultado el 14 de agosto de 2024, <https://n9.cl/zig7g4>

Rosenfield, Karissa. *BIG diseña centro de reciclaje pensado como espacio público en Copenhague*. ArchDaily en Español. 1 de marzo de 2015. Consultado el 14 de agosto de 2024, <https://www.archdaily.cl/cl/763007/big-disena-centro-de-reciclaje-pensado-como-espacio-publico-en-copenhague>

RSyS. *Basura: qué es, definición, clasificación, manejo y ejemplos*. 8 de enero de 2022. Consultado el 14 de agosto de 2024, <https://responsabilidadsocial.net/basura-que-es-definicion-clasificacion-manejo-y-ejemplos/>

RSyS. *Medio ambiente: qué es, definición, características, cuidado y carteles*. 28 octubre, 2025. Consultado el 14 de septiembre del 2024, <https://responsabilidadsocial.net/medio-ambiente-que-es-definicion-caracteristicas-cuidado-y-carteles/>

Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte de Colombia. *¿Qué es la contaminación ambiental?* S. f. Consultado el 13 de agosto de 2024, <https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/que-es-la-contaminacion-ambiental>

SEGEPLAN, Sistema de Información Estratégica. Mapa de pobreza en Patulul, Estimación a través del método de necesidades. 19 de marzo del 2025, Consultado el 16 de septiembre del 2025, https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2026/03/Informe-MP-2023_FINAL_Mar26.pdf

SEGEPLAN, Plan de desarrollo Patulul, Suchitepéquez 2011-2025, Diciembre 2010, Consultado el 20 de agosto de 2024, https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/07/PDM_1014.pdf

Sisternes García, Ángela. *Arquitectura orgánica: Qué es y en qué consiste*. 20 de octubre del 2022. Consultado el 14 de mayo del 2024, <https://retokommerling.com/arquitectura-organica/>

Topographic-map. *Mapa topográfico Patulul* 2023. Consultado el 15 de mayo del 2024, <https://es-es.topographic-map.com/map-18czrr/Patulul/>

Unicon. *Sydhavn Genbrugscenter*. S. f. Consultado el 21 de agosto de 2024, <https://www.unicon.dk/produkter-services/projekter/sydhavn-genbrugscenter/>

URL; Sistema de Información Estratégica. *Mapa de Ecosistemas de Guatemala. Basado en el sistema de proporción de las zonas de vida, Patulul, Suchitepéquez*. 12 de marzo del 2025, <https://sie.url.edu.gt/mapa-de-ecosistemas-pc-2023/>

URL; Sistema de Información Estratégica. *Mapa de pobreza en Patulul, Estimación a través del método de necesidades*. Última actualización: 19 de marzo 19 del 2025, Consultado el 16 de septiembre del 2025, <https://sie.url.edu.gt/mapa-de-pobreza-3/>

Weather Spark. *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Patulul*. Consultado el 19 de febrero de 2024, <https://es.weatherspark.com/y/11189/Clima-promedio-en-Patulul-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Clouds>

Wright, Frank Lloyd. *The Disappearing City*. Nueva York. W. F. Payson, 1932.

Zevi, Bruno. *Frank Lloyd Wright*. Basilea, Suiza: Birkhauser Verlag AG, 1998.

Zevi, Bruno. *Saber ver la Arquitectura*. 1948. Italia: Einaudi Editore.

ÍNDICE DE ANEXOS

1. Corroboración de premisas funcionales
2. Corroboración de premisas morfológicas
3. Corroboración de premisas constructivas
4. Corroboración de premisas ambientales
5. Evaluación matriz MIEV
6. Equipamiento educativo
7. Equipamiento salud
8. Equipamiento comercial
9. Equipamiento administrativo
10. Equipamiento recreacional-deportivo
11. Revisión de estilo
12. Imprímase



1. Corroboración de premisas funcionales

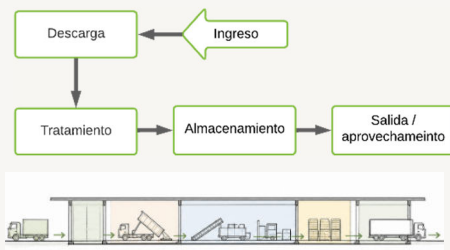
CRITERIO

PREMISA

APLICACIÓN

Flujo de trabajo

Establecer una zonificación operativa secuencial basada en diagramas de flujo.



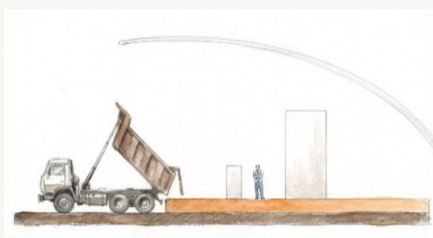
Circulaciones

Garantizar vías de circulación eficientes para el transporte de residuos.



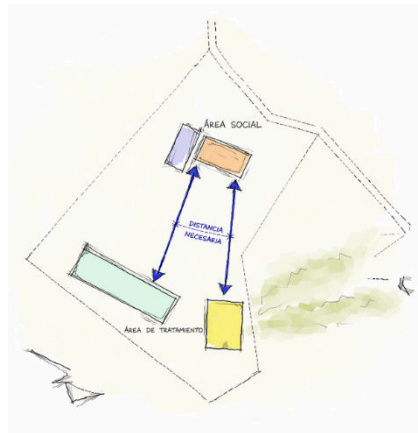
Nivel

Diseñar espacios horizontales conectados entre sí, evitando desniveles y escalones. Esto permitirá el fácil acceso.



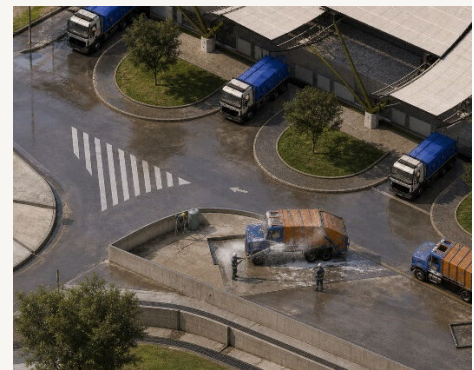
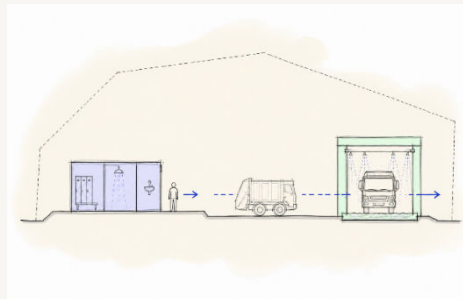
Ubicación

Configurar el emplazamiento del conjunto arquitectónico, cumpliendo con los distanciamientos mínimos exigidos por el Acuerdo Gubernativo 164-2021 (100 metros).



Bioseguridad

Implementar núcleos de higiene ocupacional para el personal en cada planta y una estación de lavado para maquinaria.



2. Corroboración de premisas morfológicas

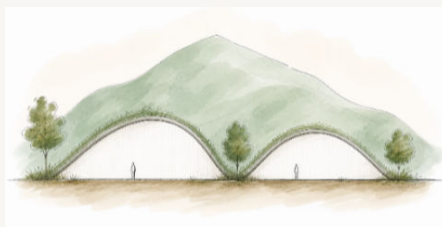
CRITERIO

PREMISA

APLICACIÓN

Integración con el entorno

Diseñar la estructura de modo que se integre visualmente con el paisaje.



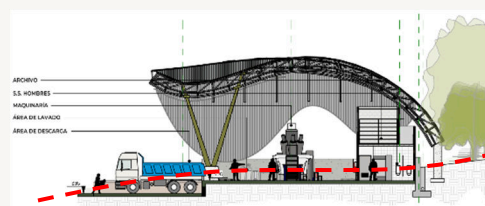
Paisajismo

Mantener más de 80% de la vegetación existente (árboles) e integrarla al proyecto.



Pendiente

Adaptar el diseño a la pendiente natural del proyecto.



3. Corroboración de premisas constructivas

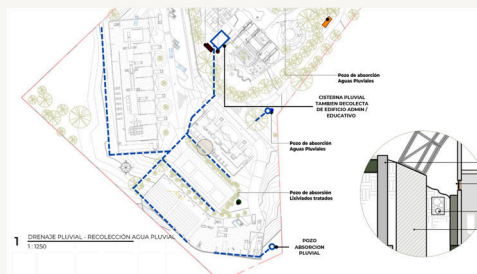
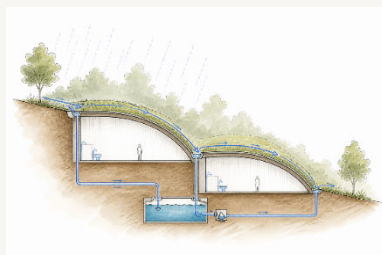
CRITERIO

DESCRIPCIÓN

GRÁFICA

Eficiencia en el Uso del Agua

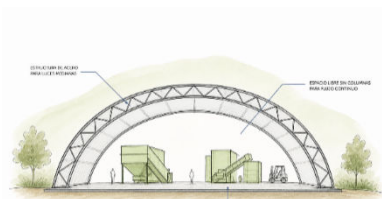
Implementar sistemas de captación y reutilización de agua pluvial.



Luces medianas

Estructura

Utilizar sistemas estructurales para luces medianas, en acero



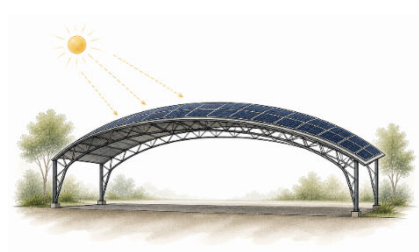
Sistema estructural mixto

Debido a la variabilidad del tamaño de las luces, se usarán sistemas mixtos.



Eficiencia eléctrica

Integrar paneles solares que aprovechen la incidencia solar directa de la región



4. Corroboración de premisas ambientales

CRITERIO

DESCRIPCIÓN

GRÁFICA

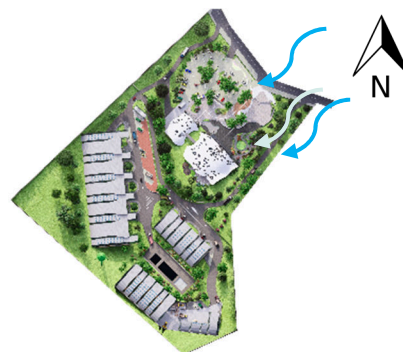
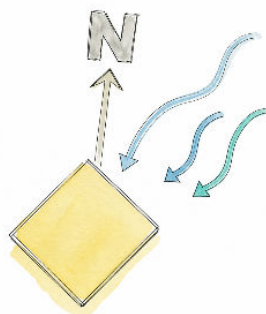
Vegetación

Implementar barreras vegetales



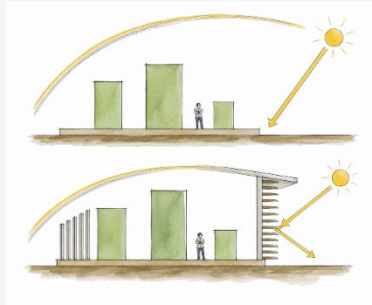
Orientación

Orientar, en la medida de lo posible, las edificaciones al noreste.

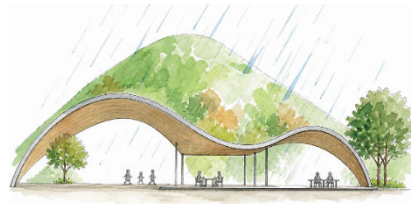


Protección

Implementar dispositivos de protección solar pasiva en las fachadas este, oeste y sur.



Techar áreas exteriores estratégicas.



Drenajes

Implementar un sistema de drenaje separado para recolectar y tratar lixiviados.



5. Evaluación matriz MIEV

MATRIZ DE SITIO ENTORNO Y TRANSPORTE

Respetar zonas de interés natural y cultural con gestión del riesgo a desastre.			Nivel	Calificación	
No.	Criterios de diseño para protección de zonas de interés natural o cultural				
1	Respetar parques, refugios y/o hábitat de especies a proteger.	Muy alto	14.3	1.00	
2	No contamina las áreas protegidas con desechos sólidos, desechos líquidos, ruido y otros	Muy alto	14.3		
3	Respetar conjuntos y estructuras de interés patrimonial.	Muy alto	14.3		
No.	Criterios de diseño para zonas de riesgo, vulnerabilidad y adaptabilidad				
4	Evita la construcción en rellenos poco consolidados	Muy alto	14.3		
5	Garantiza la construcción segura ante amenazas naturales y antrópicas.	Muy alto	14.3		
6	Respetar retiro de las construcciones de cuerpos de agua, evaluando la ubicación del terreno en la cuenca o cuerpo de agua, además en el diseño considera las amenazas generadas por el cambio climático.	Muy alto	14.3		
No.	Criterio de diseño para protección de la Infraestructura				
7	Evita daños y pérdida de puentes, carreteras, líneas de conducción de agua potable y electricidad, plantas de tratamiento y otros.	Muy alto	14.3		
Integrar el edificio con su entorno			Nivel	Calificación	
No.	Criterios de diseño para espacios públicos y seguridad				
8	Incluye espacios públicos (plazas, aceras, áreas verdes u otros espacios de convivencia)	Muy alto	12.5	1.00	
9	Considera la seguridad y disuasión de vandalismo, permitiendo visibilidad y control entre calle y edificio	Muy alto	12.5		
No.	Criterio de diseño para la integración con la planificación urbana local				
10	Aplica reglamento de construcción y planes reguladores	Muy alto	12.5		
No.	Contaminación del entorno durante el proceso de construcción				
11	Evita la contaminación del aire durante el proceso de construcción.	Muy alto	12.5		
12	Evita que el agua pueda ser contaminada durante la construcción.	Muy alto	12.5		
13	Evita la contaminación del suelo durante el proceso de construcción. Maneja adecuadamente y planifica el traslado de materiales de construcción, tierra removida y ripio generado por la construcción en vías cercanas a la construcción.	Muy alto	12.5	1.00	
14	Controla la contaminación acústica y por vibración del entorno durante el proceso de construcción del edificio.	Muy alto	12.5		
15	Controla la contaminación visual que genera la obra en construcción.	Muy alto	12.5		
Control de contaminación del entorno hacia y desde el edificio			Nivel	Calificación	
No.	Criterio de diseño para el control del ruido				
16	Aísla el ruido excesivo proveniente del exterior del edificio.	Muy alto	25	0.84	
17	Aísla el ruido hacia el exterior, generado por el ambiente interno	Muy alto	25		
No.	Criterio de diseño para el control del aire				
18	Define zonas aisladas para fumar	Alto	9.38		
19	Mitiga el ingreso de elementos contaminantes del entorno hacia el edificio	Muy alto	25		
Movilizar personas desde y hacia el edificio en forma energéticamente eficiente			Nivel	Calificación	
No.	Criterio de diseño para transporte y movilización de personas desde y hacia el edificio, con seguridad para los peatones y protección ambiental.				
20	Privilegia al peatón, al disponer de vías peatonales exclusivas, seguras, techadas que permita libre movilidad interna y externa.	Alto	0	0.60	
21	Dispone de sistema de conectividad urbana, que privilegia el acceso en cercanías al edificio del transporte colectivo, desestimulando el uso del transporte en vehículo individual.	Muy alto	20		
22	Dispone de ciclo vías y estacionamiento para bicicletas. Así estacionamientos para vehículos que utilizan energía alterna con tomas para recarga de baterías.	Muy alto	20		
23	Cuenta con vías amplias o distribuidores viales de acceso, con calles alternas para evitar congestionamiento de tránsito.	Alto	0		
No.	Criterio de diseño para movilidad peatonal eficiente al interior de edificaciones con más de cuatro niveles				
24	Prioridad en escaleras y rampas sobre transporte mecánico en primeros niveles	Muy alto	20		

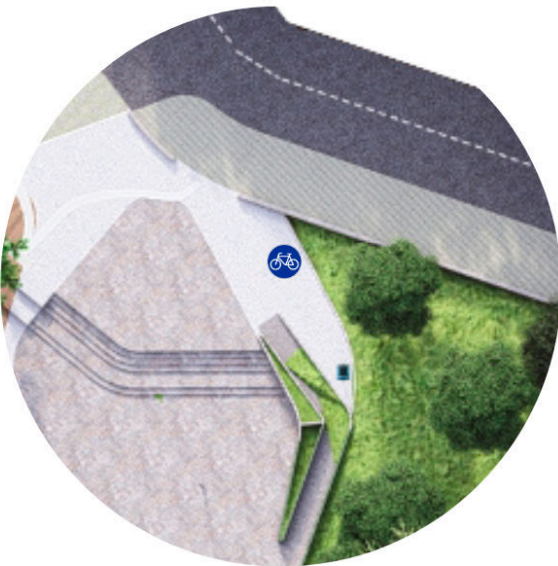
MATRIZ DE SITIO ENTORNO Y TRANSPORTE



6. Respeta retiro de las construcciones de cuerpos de agua



8. Incluye espacios públicos (plazas, aceras, áreas verdes u otros espacios de convivencia)



21. Dispone de ciclo vías y estacionamiento para bicicletas. Así estacionamientos para vehículos que utilizan energía alterna con tomas para recarga de baterías.



24. Prioridad en escaleras y rampas sobre transporte mecánico en primeros niveles

MATRIZ DE ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES

Pertinencia económica y social de la inversión verde		Nivel	Calificación
No.	Evaluación financiera		
1	Dispone de rentabilidad la inversión verde en agua, equipos, calefacción solar, energía fotovoltaica, renovable u otras.	Muy alto	20
2	Cuenta con diferencial de beneficios sociales a los trabajadores, superior a lo establecido por las leyes nacionales.	Alto	15
No.	Evaluación económica social		0.80
3	Genera impacto económico y social por el uso de recursos naturales y materiales de construcción de la región.	Medio	10
4	Genera beneficio económico y social al incorporar personas y profesionales locales.	Muy alto	20
5	Incluye capacitación y superación técnica y profesional de los empleados, dentro del programa de diseño y construcción del proyecto.	Alto	15
Pertinencia de la seguridad y responsabilidad social		Nivel	Calificación
No.	Participación y opinión de grupos de interés		
6	Socializa adecuadamente el proyecto con las comunidades ubicadas dentro del área de influencia.	Muy alto	16.67
No.	Seguridad humana de los operarios del edificio		
7	Dispone de las medidas de seguridad laboral necesarias para trabajo seguro, en el proceso de construcción de la obra.	Muy alto	16.67
8	Cuenta con espacios saludables y libres de contaminación para las actividades que realiza el personal, en el proceso de construcción de la obra.	Alto	12.5
9	Incorpora las medidas de seguridad para prevención y respuesta ante amenazas naturales (terremotos, huracanes, inundaciones, incendios, etc.).	Alto	12.5
10	Cuenta con señalización de emergencia y programas de seguridad humana, en situaciones de contingencias y evacuación.	Muy alto	16.67
No.	Inclusión de personas con discapacidad en el proyecto		
11	Incluye medidas, equipo y accesorios para facilitar el uso de las instalaciones por personas con discapacidad y por adultos mayores.	Muy alto	16.67
Pertinencia y respeto cultural		Nivel	Calificación
No.	Promueve la identidad cultural, a través del respeto y conservación del patrimonio cultural, tanto el tangible e intangible local, a la vez conservar el patrimonio natural.		
12	Propone intervención responsable en arquitectura patrimonial e histórica, respetando las tipologías, estilos, sistemas constructivos y materiales. Promueve el rescate, conservación y valorización de bienes culturales tangibles aledaños o presentes en el terreno del proyecto.	No aplica	0
13	Conserva los valores y expresiones culturales intangibles del contexto y entorno inmediato.	Medio	25
			0.25
Pertinencia de la transferencia de conocimientos a través de la arquitectura		Nivel	Calificación
No.	Educación a través de aplicar, comunicar y mostrar soluciones ambientales, que pueden ser replicables.		
14	El edificio facilita la interpretación de los elementos y criterios de sostenibilidad aplicados en el diseño. De no ser visibles los elementos arquitectónicos que aplican la sostenibilidad, tiene elementos gráficos incorporados al edificio, dispositivos de mediación, ejercicios interactivos o posee un documento que describe dichos elementos para educar a los usuarios y a la comunidad en las ventajas que ofrecen los mismos para la sostenibilidad.	Alto	25
15	Promueve una arquitectura con identidad, con integración al entorno cultural, ambiental, económico y social. Contempla espacios o incorpora elementos (estilos, sistemas constructivos y materiales propios del lugar) que utilizan conceptos y criterios de diseños basados en la tipología arquitectónica histórica y tradicional del lugar, vernácula y/o elementos arquitectónicos o tecnología apropiada, acorde a las zonas de vida y basados en la sabiduría popular y vernácula del contexto.	Medio	16.67
16	Utiliza tecnología innovadora o de última generación para la sostenibilidad ambiental del proyecto.	Alto	25
			0.67

MATRIZ DE ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES



1. Dispone de rentabilidad la inversión verde en agua, equipos, calefacción solar, energía fotovoltaica, renovable u otras.



10. Cuenta con señalización de emergencia y programas de seguridad humana, en situaciones de contingencias y evacuación.



11. Incluye medidas, equipo y accesorios para facilitar el uso de las instalaciones por personas con discapacidad y por adultos mayores.



6. Socializa adecuadamente el proyecto con las comunidades ubicadas dentro del área de influencia.

MATRIZ DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Usar fuentes renovables de energía limpia		Nivel	Calificación
No.	Uso de energía renovable en comparación al uso de energía a base de petróleo y sus derivados		
1	Utiliza energía con fuentes renovables, electrolisis como fotovoltaica, turbinas eólicas, microhidroeléctricas, geotérmicas y/o células combustible en base a hidrogeno. No se incluye nuclear y/o combustión.	Muy alto	50
2	Calienta el agua con fuentes renovables	Medio	25
Usar racionalmente la energía		Nivel	Calificación
No.	Eficiente consumo de energía		
3	Estima la cantidad de energía de acuerdo al uso de los espacios	Muy alto	5.89
No.	Sistemas inteligentes		
4	Propicia el uso de sistemas ahorradores de energía	Muy alto	5.89
No.	Secado de forma natural		
5	Cuenta con espacios para el secado de ropa en forma pasiva	No aplica	0
No.	Equipos energéticamente eficientes		
6	Emplea equipos eficientes para el lavado y secado de ropa	No aplica	0
No.	Equipos energéticamente eficientes		
7	Utiliza tecnología energéticamente eficiente con certificación internacional como AHRI, CE UL u otros dependiendo del producto	Alto	4.42
8	Incorpora interruptores de energía y el uso de Stand by en equipos	Alto	4.42
No.	Iluminación natural		
9	En el día la edificación tiene más del 80 % de autonomía de iluminación natural en edificaciones residenciales del área habitable. En edificaciones no residenciales establece porcentaje de acuerdo a su uso, según lo establecido en el uso racional de la energía, IES.	Muy alto	5.89
10	Los circuitos de iluminación artificial están diseñados de acuerdo al aporte de iluminación natural según lo establecido en el IES.	Alto	4.42
No.	Eficiente demanda energética por iluminación artificial		
11	Instala iluminación exterior con técnicas de reflexión para evitar radiación hacia el cielo nocturno	Medio	2.95
12	Diseña la iluminación adecuada a su actividad.	Muy alto	5.89
13	Diseña la iluminación adecuada a su actividad.	Muy alto	5.89
14	Selecciona lámparas de alto rendimiento	Muy alto	5.89
15	Integra sistemas de regulación y control	Alto	4.42
16	Incluye plan de mantenimiento	Alto	4.42
No.	Eficiente demanda energética por sistemas mecánicos		
17	Utiliza transporte mecanizado con sistemas de bajo consumo de energía	Muy alto	5.89
18	En edificios altos utiliza ascensores electromecánicos o motores de imanes permanentes	Alto	4.42
19	Cuenta con control de demanda energética en base a etiquetado energético de VDI 4707	Alto	4.42
20	En edificios altos, utiliza ascensores y montacargas con sistemas ahorradores de energía	Alto	4.42
Hacer eficiente la transmisión térmica en materiales		Nivel	Calificación
No.	Materiales que contribuyan a un comportamiento térmico acorde a las características climáticas		
21	Toma como referencia la transmisión térmica generada por los materiales constructivos como medio para enfriar o calentar ambientes por conducción, convección, radiación y evaporación.	Alto	25
No.	Usar sistemas activos para el confort		
22	Privilegia la ventilación natural, por sobre la artificial	Muy alto	33.34
23	Utiliza en forma racional sistemas mecánicos para el confort térmico, para evitar generar gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera.	Muy alto	33.34

MATRIZ DE EFICIENCIA ENERGÉTICA



1. Utiliza energía con fuentes renovables, electrolisis como fotovoltaica



9. En el día la edificación tiene más del 80 % de autonomía de iluminación natural



12. Diseña la iluminación adecuada a su actividad.

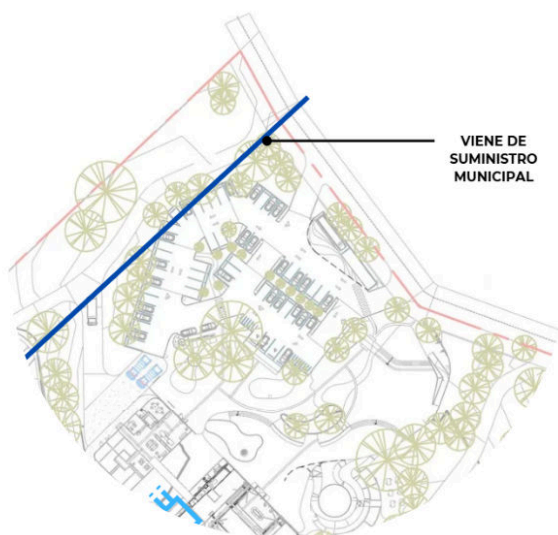


22. Privilegia la ventilación natural, por sobre la artificial.

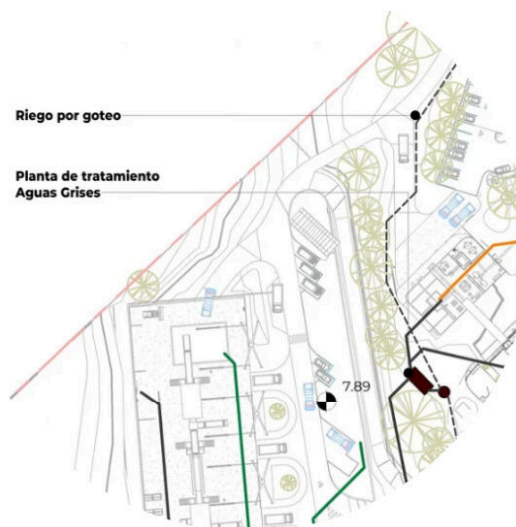
EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA

Controlar la calidad del agua para consumo		Nivel	Calificación
No.	Criterio de diseño para el abastecimiento y potabilización del agua.		
1	Usa fuente de abastecimiento municipal o trata adecuadamente las aguas de pozo	Muy alto	33.34
2	Conserva un mínimo del 10% del caudal de la fuente, denominado caudal ecológico para preservar la vida del ecosistema y la integridad del cuerpo de agua.	Muy alto	33.34
3	Controla la operación y mantenimiento del sistema de potabilización, incluyendo tanque de almacenamiento que abastece la red de distribución.	Muy alto	33.34
1.00			
Reducir el consumo de agua potable		Nivel	Calificación
No.	Consumo estimado de agua potable y la demanda en el sistema de agua municipal		
4	Cuenta con sistema de monitoreo y/o control eficiente de consumos con medidores	Muy alto	16.67
5	Cuenta con medidores diferenciados (contadores de agua) según actividades (cocina, lavanderías, baños) y unidades de vivienda (hoteles, edificios, condominios).	Muy alto	16.67
6	Cuenta con red de abastecimiento paralela, incorporando a la red de abastecimiento de la fuente, una recirculación de aguas grises.	Muy alto	16.67
7	Capta, almacena, trata (considerando parámetros de ubicación y diseño, ej.: sistema MOSAFARI – OPS/OMS) y utiliza el agua de lluvia para aplicaciones internas y externas distintas al consumo humano.	Alto	12.5
8	Utiliza estándares o parámetros nacionales (COGUANOR y EMPAGUA) y/o internacionales.	Muy alto	16.67
9	Utiliza artefactos hidráulicos y sanitarios de bajo consumo de agua potable.	Muy alto	16.67
9	Contempla para la red de distribución de agua caliente tecnología que reduzca a CERO el tiempo de espera de llegada del agua caliente al usuario.	Muy alto	16.67
0.96			
Manejar adecuadamente el agua pluvial		Nivel	Calificación
No.	Infiltración de agua pluvial		
10	Permite el paso natural del agua de lluvia, canalizándola y evacuándola por gravedad, de los techos y pavimentos, de preferencia, hacia cauces o cursos naturales de agua y pozos de absorción.	Muy alto	25
11	Los pavimentos, calzadas y áreas libres permiten la infiltración de agua de lluvia hacia el subsuelo.	Muy alto	25
12	Está dimensionado el sistema de alcantarillado y desagüe pluvial considerando el cambio climático.	Alto	18.75
13	Descarga las aguas lluvias de forma periódica y con estrategias para retardamiento de velocidad.	Muy alto	25
0.94			
Tratar adecuadamente las aguas residuales		Nivel	Calificación
No.	Control de la calidad de las aguas residuales		
14	Cuenta con tratamiento de aguas residuales previo a su disposición final en función de normativa vigente (Guatemala Acuerdo Gubernativo 236-2006).	Muy alto	33.34
15	Cuenta con análisis de agua residual efluente del sistema de tratamiento después de haberse ocupado el edificio.	Muy alto	33.34
16	Considera alternativas de aprovechamiento de los lodos en función del Acuerdo Gubernativo 236-2006.	Medio	16.67
0.83			

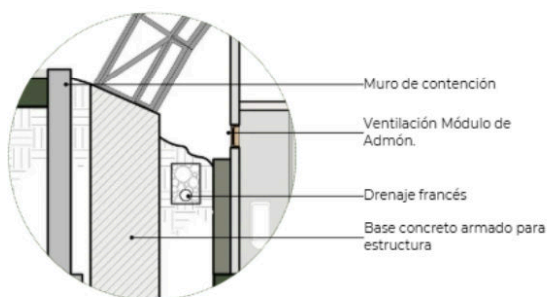
EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA



1. Usa fuente de abastecimiento municipal o trata adecuadamente las aguas de pozo



5. Cuenta con red de abastecimiento paralela, incorporando a la red de abastecimiento de la fuente, una recirculación de aguas grises.



10. Permite el paso natural del agua de lluvia, canalizándola y evacuándola por gravedad, de los techos y pavimentos



15. Cuenta con análisis de agua residual efluente del sistema de tratamiento después de haberse ocupado el edificio.

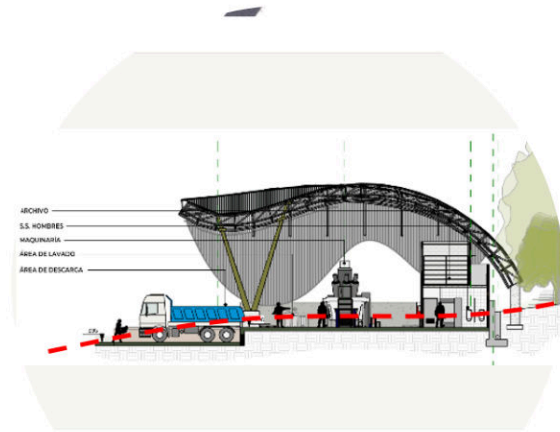
MATRIZ DE RECURSOS NATURALES Y PAISAJE

Recurso suelo		Nivel	Calificación
No.	Protección del suelo		
1	Uso de terrazas, taludes, bermas u otros sistemas y productos naturales para protección del suelo.	Muy alto	14.29
No.	Conservación del suelo		
2	Diseño incentiva conservación de suelo	Muy alto	14.29
3	Presenta cambios en el perfil natural del suelo	Muy alto	14.29
4	Existe control de erosión y sedimentación del suelo	Muy alto	14.29
5	Cuenta con estabilización de cortes y taludes	Muy alto	14.29
6	El suelo está libre de contaminación. Define los espacios para el manejo de desechos sólidos. Clasifica e incluye depósitos apropiados para los distintos tipos de desechos sólidos.	Muy alto	14.29
No.	Visual del paisaje natural o urbano		
7	Aprovecha las visuales panorámicas que ofrece el entorno, permitiendo visualmente la observación de paisaje natural o urbano.	Muy alto	14.29
1.00			
Recurso biótico		Nivel	Calificación
No.	Integración al entorno natural		
8	Se usa el paisajismo como recurso de diseño, para que el envolvente formal del edificio se integre en forma armónica con su entorno.	Muy alto	20
9	Hay uso de especies nativas.	Muy alto	20
10	Benefician las especies exóticas al proyecto y al ecosistema del entorno.	Muy alto	20
No.	Conservación de la biodiversidad		
11	Propicia conservación de flora nativa en el sitio.	Muy alto	20
12	Propicia conservación de la fauna local en el sitio.	Muy alto	20
1.00			
Recurso hídrico		Nivel	Calificación
No.	Manejo e integración del recurso hídrico en el paisaje		
13	Optimiza el uso de agua para paisajismo.	Muy alto	33.34
14	Aprovecha las aguas de lluvia.	Muy alto	33.34
15	Recicla y aprovecha las aguas grises.	Muy alto	33.34
1.00			

MATRIZ DE RECURSOS NATURALES Y PAISAJE



1. Uso de terrazas, taludes, bermas u otros sistemas y productos naturales para protección del suelo.



3. Presenta cambios en el perfil natural del suelo



7. Aprovecha las visuales panorámicas que ofrece el entorno, permitiendo visualmente la observación de paisaje natural o urbano.



11. Propicia conservación de flora nativa en el sitio.

MATRIZ DE MATERIALES DE CONTRUCCIÓN

Privilegiar el uso de materiales de construcción producidos con sostenibilidad ambiental			Nivel	Calificación
No.	Materiales de baja huella de carbono			0.83
1	Usa materiales que en su proceso de producción tienen bajo impacto extractivo y bajo	Medio	5	
2	Fomenta el uso de maderas con cultivo sostenible y no consume materiales vírgenes o especies de bosques nativos no controlados.	Muy alto	10	
3	Utiliza materiales certificados	Muy alto	10	
No.	Materiales locales			
4	Utiliza materiales y productos de construcción fabricados cerca del proyecto, para reducir costos y contaminación por transporte, así como para apoyar las economías locales.	Medio	5	
No.	Materiales no renovables eficientemente utilizados.			
5	Utiliza materiales de largo ciclo de vida útil y que al final de dicho ciclo tienen reducido tiempo de renovación.	Muy alto	10	
6	Aplica diseño modular para reducción de desperdicio, prefabricación y producción en serie.	Muy alto	10	
7	Propicia sistemas constructivos estructuralmente livianos que signifiquen reducción de peso y material.	Muy alto	10	
8	Utiliza sistemas constructivos de rápida instalación y ensamblaje reduciendo tiempo, costos y desperdicios.	Muy alto	10	
9	Utiliza materiales con bajo costo de fabricación.	bajo	2.5	
No.	Materiales renovables con explotación responsablemente sostenible.			
10	Utiliza materiales renovables y biodegradables, de ciclos cortos de reposición (10 años), considerando su uso de acuerdo al ciclo de vida promedio en la región.	Muy alto	10	
Usar materiales eficientemente reciclables y reutilizados			Nivel	Calificación
No.	Materiales reciclados			0.79
11	Utiliza materiales nuevos que en su proceso de fabricación fueron concebidos como reciclables.	Alto	10.72	
12	Utiliza materiales y elementos usados en buen estado para el proceso constructivo.	Medio	7.15	
13	Utiliza materiales reciclados y recuperados en la obra, alargando así su ciclo de vida.	Alto	10.72	
14	Clasifica y separa los materiales y elementos derivados de demolición, desecho o desperdicio de obra para su reciclaje o disposición final, separándolos en: cementicios, madera, metal, cartón y otros.	Muy alto	14.29	
15	Utiliza elementos constructivos independientes de la estructura y la envolvente del edificio que flexibilicen el uso del espacio.	Muy alto	14.29	
16	Conserva elementos estructurales y arquitectónicos que reducen desechos que crean impactos negativos en el ambiente.	Muy alto	14.29	
17	Selecciona materiales durables, de bajo mantenimiento y fácil limpieza.	Medio	7.15	
Usar materiales no contaminantes			Nivel	Calificación
No.	Materiales sin agentes tóxicos y componentes orgánicos volátiles (COV)			0.86
18	No usa materiales contaminantes en base a lista roja como componentes tóxicos y orgánicos volátiles que puedan afectar la salud de los usuarios o molestar por olores irritantes. Considera materiales como: Cadmio, Polietileno clorinado y clorosulfonato, Polietileno, Clorofluorocarbonos (CFCs), Cloroflenol (Neopreno), Formaldehído (agregado), Llama de halogenado retardantes, Hydroclorofluorocarbonos (HCFCs), Lead (added), Mercurio, Petroquímicos, Fertilizantes y pesticidas	Alto	10.72	
19	Utiliza adhesivos y selladores que no contienen químicos nocivos de maderas aglomeradas y acabados de la madera con formaldehído.	Muy alto	25	
20	Utiliza pinturas y recubrimientos bajos en COV < 50 g/L.	Muy alto	25	
21	Utiliza superficies de suelo bajos en COV < 0.5: Fenilciclohexano < 0.05, Formaldehído < 0.05, Estireno < 0.4 medidas en mg/m²/hr.	Muy alto	25	

MATRIZ DE MATERIALES DE CONTRUCCIÓN



4. Utiliza materiales de largo ciclo de vida útil y que al final de dicho ciclo tienen reducido tiempo de renovación.



8. Utiliza sistemas constructivos de rápida instalación y ensamblaje reduciendo tiempo, costos y desperdicios.



6. Aplica diseño modular para reducción de desperdicio, prefabricación y producción en serie.



3. Utiliza materiales certificados

MATRIZ DE CALIDAD Y BIENESTAR ESPACIAL

Clima cálido húmedo		Nivel	Calificación
No.	Criterio de diseño: Incorporación de elementos arquitectónicos y vegetación para el control de temperatura, humedad y radiación solar en las edificaciones, ubicadas en zonas costeras del Atlántico y el Pacífico		
1	Orienta las edificaciones en base a la incidencia solar, función y frecuencia de uso. Toma en consideración los solsticios y equinoccios, así como la trayectoria aparente del sol a lo largo del año de acuerdo a la carta solar de las latitudes que varían entre 5 y 20 grados norte. Las aberturas de la edificación están orientadas hacia el este-oeste para reducir la exposición solar y aprovechar los vientos predominantes. Tiene ventilación cruzada y las aberturas en el sur están protegidas del sol a través de elementos verticales en forma perpendicular a la fachada, voladizos y aleros, o bien de arboledas altas, uso de celosías y sistemas de fachadas. Protección de fachadas oriente y poniente. Tiene colocados elementos verticales y voladizos en dirección norte-sur y norte-oeste para reducir exposición	Muy alto	10
No.	Espaciamiento		
2	El edificio tiene una adecuada separación con otras edificaciones o barreras, para la penetración de la brisa y el viento.	Muy alto	10
No.	Ventilación natural		
3	Aprovecha la ventilación natural. Tiene ambientes en hilera única u otra disposición que permiten la ventilación cruzada, con dispositivo permanente para el movimiento del aire. Toma en consideración los solsticios y equinoccios para establecer el régimen de vientos, en las diversas estaciones del año.	Muy alto	10
No.	Aberturas. (ventanas o vanos).		
4	Tiene aberturas grandes del 40-80% del área de los muros norte-sur de cada ambiente. Las aberturas permiten una adecuada iluminación natural y control de las condiciones climáticas.	Muy alto	10
No.	Muros.		
5	Tiene muros que cuentan con aislante térmico para disminuir el calor. Con tiempo de transmisión térmica superior a 8 horas.	Muy alto	10
No.	Cubiertas.		
6	Tiene cubiertas que cuentan con aislante térmico para disminuir el calor. Con tiempo de transmisión térmica superior a 8 horas.	Muy alto	10
No.	Protección contra la lluvia.		
7	Tiene protección contra la lluvia. Con aleros y elevando el nivel interior de la edificación. Toma en consideración los solsticios y equinoccios para establecer la pluviosidad y humedad relativa en los ambientes, en las diversas estaciones del	Alto	7.5
No.	Protección solar.		
8	Contempla provisión de sombra en todo el día.	Muy alto	10
No.	Incorporación de elementos vegetales.		
9	Incorporación de patios, jardines, techos y paredes vivas o cualquier otro elemento vegetal. Los criterios para evaluar vegetación están en función de su capacidad de remover vapores químicos, facilidad de crecimiento y mantenimiento. Permite la transición entre espacios abiertos y cerrados por medio de terrazas, patios, balcones, jardines que crean el confort sensorial.	Muy alto	10
No.	Medición del bienestar y confort del cuerpo humano en el espacio habitable		
10	Establece las condiciones de confort o molestia que afectan a las personas, midiendo la humedad relativa y temperatura del aire en función de los elementos y factores que influyen en el clima, contrastándolo con la transmisión de calor por el cuerpo humano por convección, radiación y evaporación.	Alto	7.5

0.95

MATRIZ DE CALIDAD Y BIENESTAR ESPACIAL



1. Orienta las edificaciones en base a la incidencia solar, función y frecuencia de uso.



2. El edificio tiene una adecuada separación con otras edificaciones o barreras, para la penetración de la brisa y el viento.



7. Tiene protección contra la lluvia. Con aleros y elevando el nivel interior de la edificación.

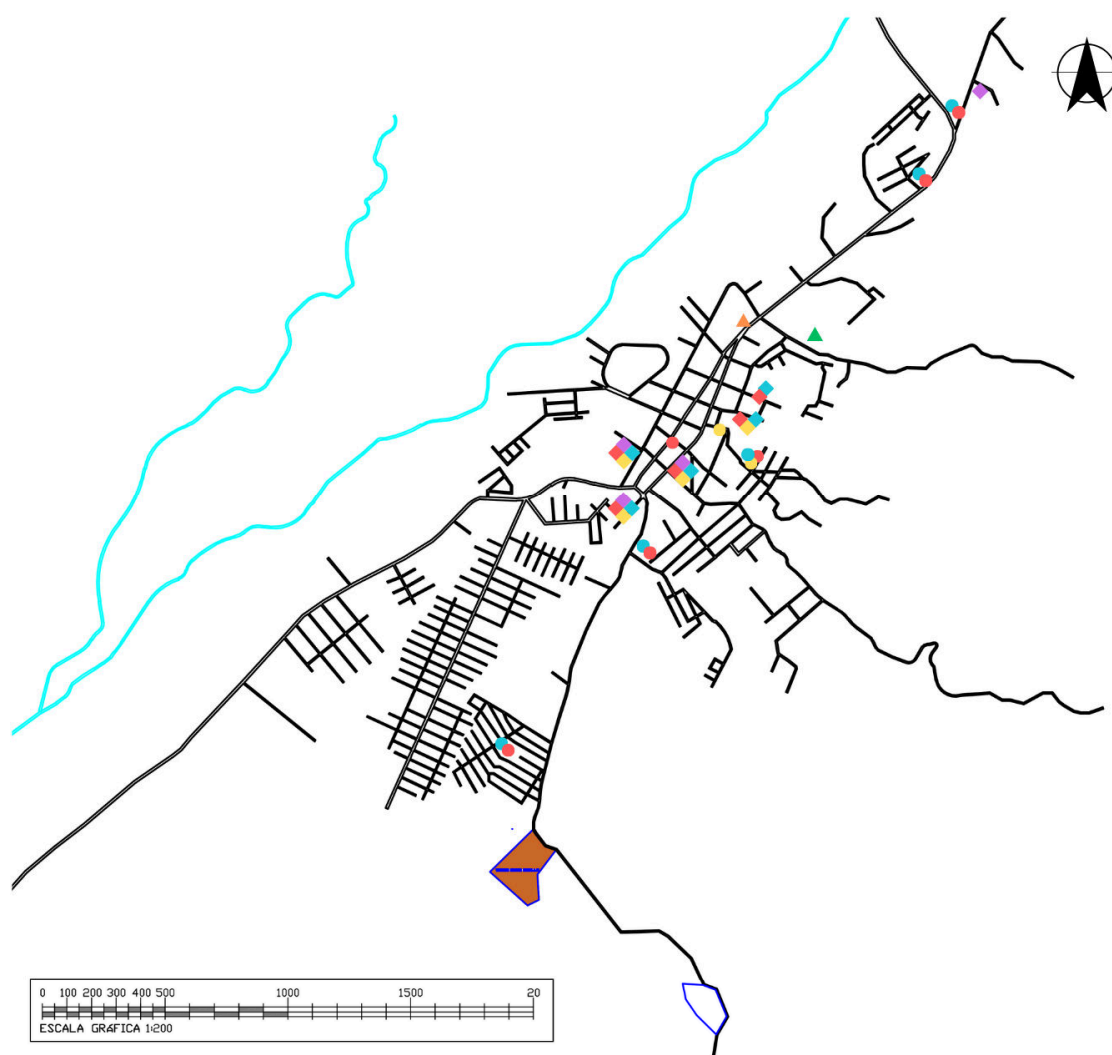


8. Contempla provisión de sombra en todo el día.

No.	REGLÓN	VALOR RELATIVO	VALOR DEL PROYECTO
1	Sitio, entorno y transporte	10	9
2	Aspectos socioeconómicos y culturales	10	6.58
3	Eficiencia energética	20	16.41
4	Eficiencia en el uso del agua	15	13.98
5	Recursos naturales y paisaje	15	15
6	Materiales de construcción	15	12.34
7	Calidad y bienestar espacial	15	14.25
Total evaluación		100	87.56

Se considera una calificación alta.

6. Equipamiento educativo



S I M B O L O G Í A

ESCUELAS

- PRE-PRIMARIA
- PRIMARIA
- BÁSICOS
- DIVERSIFICADO

COLEGIOS

- ◆ PRE-PRIMARIA
- ◆ PRIMARIA
- ◆ BÁSICOS
- ◆ DIVERSIFICADO

- ▲ ESCUELA DE EDUCACIÓN ESPECIAL
- ▲ FAHUSAC
- TERRENO

Figura 102. Equipamiento Educativo Patulul Suchitepéquez
Elaboración propia.

7. Equipamiento salud

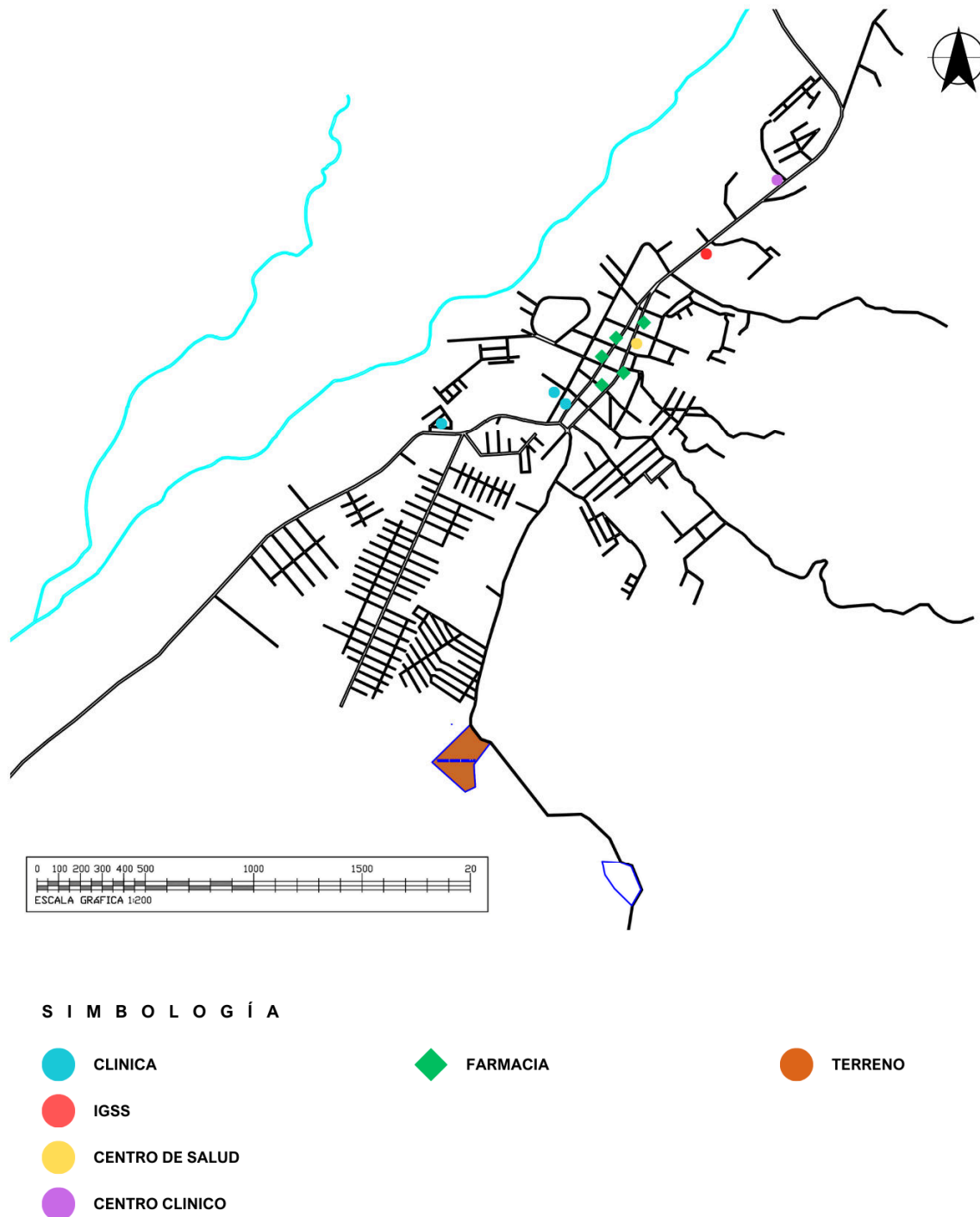


Figura 103. Equipamiento Salud Patulul, Suchitepéquez
Elaboración propia

8. Equipamiento comercial

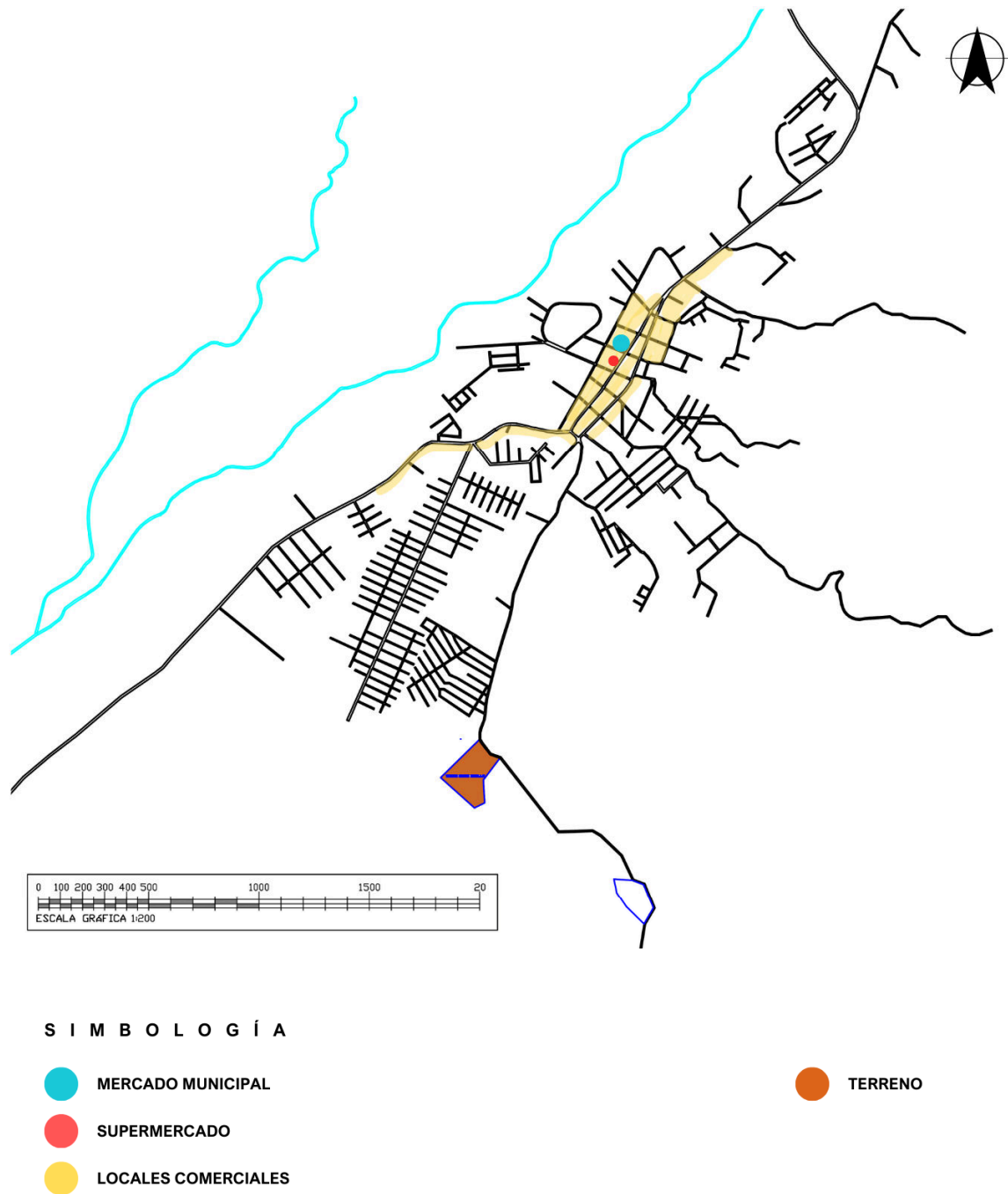


Figura 104. Equipamiento comercial Patulul, Suchitepéquez
Elaboración propia

9. Equipamiento administrativo

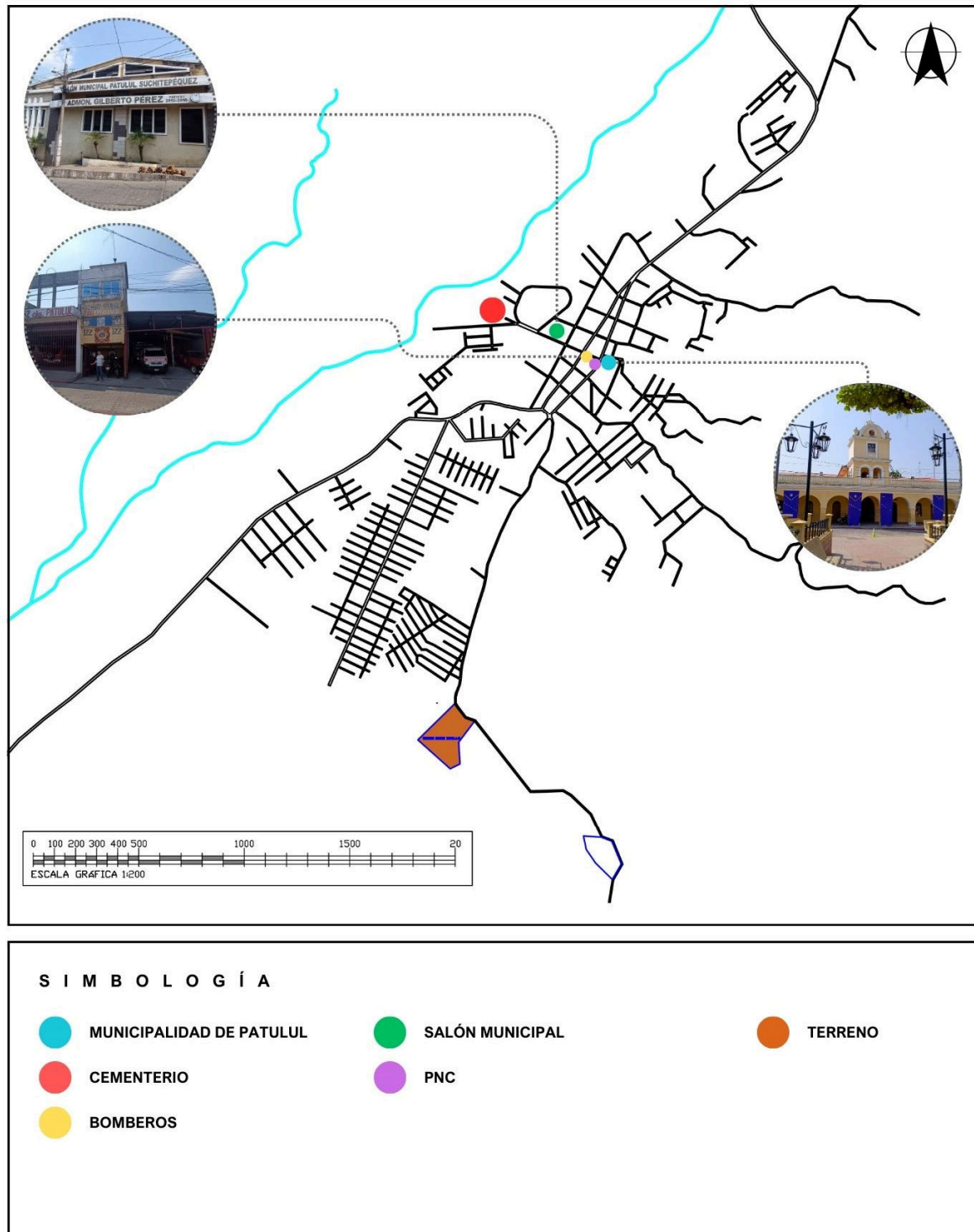


Figura 105. Equipamiento administrativo Patulul, Suchitepéquez
Elaboraci6n propia

10. Equipamiento recreacional-deportivo

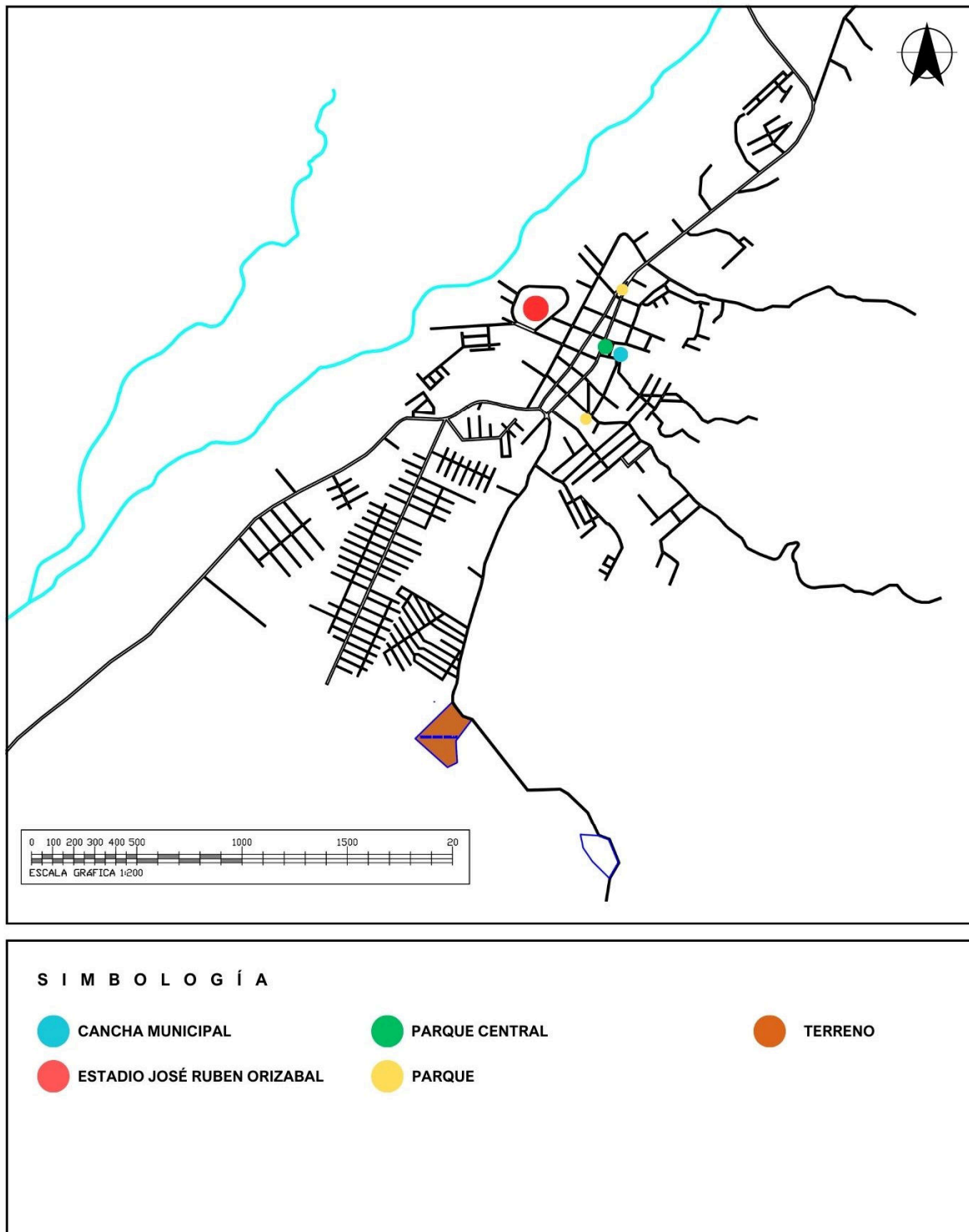
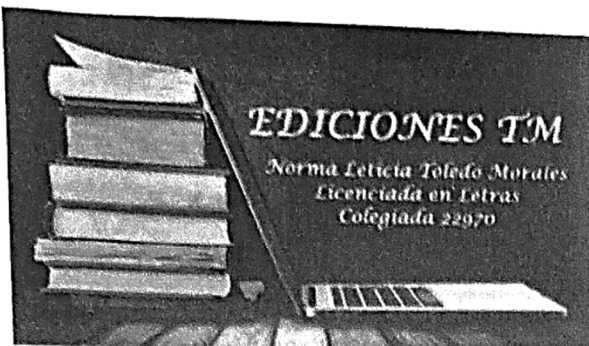


Figura 106. Equipamiento Recreacional-Deportivo Patulul, Suchitepéquez
Elaboración propia



Guatemala, 27 de julio del 2026

Arquitecto
Sergio Francisco Castillo Bonini
Decano
Facultad de Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado señor Decano:

Atentamente, hago de su conocimiento que llevé a cabo la revisión de estilo y lingüística del proyecto de graduación de la estudiante, **Cris Amarilis Vicente de la Rosa**, carnet 201902549 de la Escuela de Arquitectura, Facultad de Arquitectura, titulado:

*Centro de Acopio, Reciclaje y Educación Ambiental
Patulul, Suchitepéquez*

Proyecto de grado, previo a conferírsele el título de Arquitecta, en el grado académico de Licenciatura.

Luego de las adecuaciones y correcciones que se consideraron pertinentes en el campo lingüístico, considero que el proyecto de graduación que se presenta, cumple con la calidad técnica y científica requerida.

Al agradecer la atención que se sirva brindar a la presente, me suscribo, respetuosamente.

Norma Leticia Toledo Morales

Licenciada en Letras

nortolmo2@gmail.com

WhatsApp 35498645 y Cel. 59469408

Norma Leticia Toledo Morales
Licenciada en Letras
Colegiada 22970

**"CENTRO DE ACOPIO, RECICLAJE Y EDUCACIÓN AMBIENTAL PATULUL,
SUCHITEPÉQUEZ"**

Proyecto de Graduación desarrollado por:

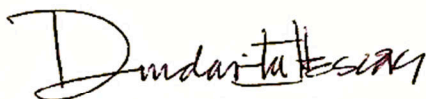


Cris Amarilis Vicente de la Rosa

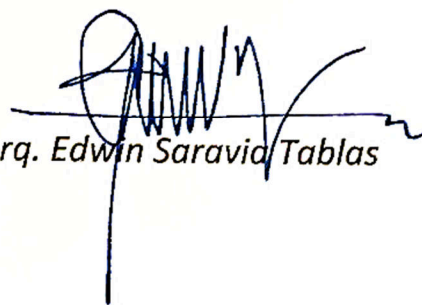
Asesorado por:



Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo



Arq.ª Delia María Dávila Illescas



Msc. Arq. Edwin Saravia Tablas

Imprimase:

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini

Decano

