

UNIVERSIDAD CENTRAL DE COSTA RICA



ESCUELA DE ARQUITECTURA

Proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Arquitectura

Propuesta de diseño arquitectónico de un centro de reciclaje sustentable incidente en los cantones de Cartago, El Guarco, Oreamuno y Paraíso, para la disminución de la contaminación ambiental cantonal

Autor: Osvaldo Fernández Campos

Tutor: Arq. Henry Campos Varela

SAN JOSÉ, COSTA RICA

AÑO 2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo final de graduación a mis padres Oscar y Cristina, por el amor inmensurable que me han brindado durante toda mi vida, educación, valores, principios y la oportunidad de estudiar y crecer personal y profesionalmente.

A mis hermanos Oscar y Pablo, por estar siempre presentes en cada paso que he dado y siempre dispuestos a ayudarme y apoyarme en cada momento que lo he necesitado, han sido y serán de gran apoyo en mi vida.

Agradecimiento

Agradezco a mi familia por todo el amor, apoyo, paciencia y enseñanzas que me han brindado durante toda mi vida.

A mi mejor amiga Laura Castro Coto, por siempre estar ahí para mí, apoyándome, motivándome y escuchándome.

A mis amigos Leonardo Godínez, Amanda Luna, Edgar Maroto, Diego Gutiérrez, Hansy Villalobos; quienes de una u otra forma me han brindado su apoyo y acompañado en diferentes momentos de mi carrera.

Agradezco a todos aquellos profesores que han formado parte de mi educación. Especialmente al Arq. Henry Campos Varela, por su profesionalismo, ética, apoyo, guía y motivación como tutor, a lo largo de todo el proceso de este trabajo.

Agradezco a las instituciones que han brindado su información para el desarrollo de este trabajo final de graduación.

Índice general

Tabla de contenido

UNIVERSIDAD CENTRAL DE COSTA RICA	1	Primer antecedente internacional	5
Declaración Jurada.....	1	Segundo antecedente internacional.....	5
Dedicatoria.....	ii	Tercer antecedente internacional	6
Agradecimiento.....	III	Cuarto antecedente internacional	7
Carta de aprobación del tutor.....	IV	Quinto antecedente internacional.....	7
Carta de aprobación filólogo	V	Sexto antecedente internacional.....	8
Índice general.....	VI	Séptimo antecedente internacional.....	8
Índice de mapas	IX	Antecedentes Nacionales	9
Índice de figuras.....	V	Primer antecedente Nacional	9
CAPÍTULO I.....	1	Capítulo 2	10
Generalidades.....	2	Marco Teórico.....	11
1.1. Planteamiento del problema.....	2	Conceptos base	11
1.2. Justificación	2	2.1. Arquitectura sustentable	11
1.3. Alcances y limitaciones	4	2.2. Eficiencia energética.....	12
1.3.1. Alcance	4	2.2.1 Edificios energéticos	12
1.3.2. Limitaciones	4	2.2.2 Edificio de baja energía.....	13
1.4. Objetivos.....	4	2.2.3 Edificios de ultra baja energía.....	13
1.4.1. Objetivo General	4	2.2.4. Edificio de energía cero.....	13
1.4.2. Objetivos específicos	4	2.2.5. Edificio de energía plus	13
Pregunta de investigación.....	5	2.3. Arquitectura bioclimática.....	14
1.5. Antecedentes Internacionales	5	2.4. Estrategias pasivas.....	14
		2.4.1. Adaptación a la temperatura	15
		2.4.2. Vegetación.....	15
		2.4.3. Orientación	16
		2.4.4. Forma	17
		2.4.5. Ventilación cruzada.....	17

2.4.6. Aguas pluviales y eficiencia de uso.....	18	2.14.7. Máquinas Cizalla Guillotina	33
2.5. Fundamentos teóricos.....	19	2.15. Casos de estudio	34
2.5.1. Economía circular: un enfoque sustentable	19	2.15.1. Proyecto Valorización y Eliminación R. S. U. en Algimia	34
2.5.2. América latina y el caribe	20	2.15.2. Planta de Tratamiento de Residuos	37
2.5.3. Plan de descarbonización en Costa Rica.....	22	2.15.3. PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS "LOS HORNILLOS"	40
2.6. Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS)	22	2.15.4. Instalación de recuperación de materiales de Sunset Park.....	43
2.7. Reciclaje.....	24	2.15.5. Centro de Reciclaje de la Ciudad ubicado en Villa Soldati	46
2.8. Importancia del reciclaje	25	2.15.6. Estación de Transferencia y Planta de Selección Azcapotzalco	49
2.9. Procesos para el aprovechamiento de los residuos	25	2.15.7. Recyplast	52
2.10. Residuos solidos	26	2.15.8. Centro de Acopio Municipal	53
2.11. Reciclaje según tipo de residuo.....	27	2.15.9. Campaña nacional de reciclaje Costa Rica.....	54
2.12. Tipos de plantas de reciclaje.....	32	2.16. Marco Normativo.....	55
2.12.1. Planta de acopio de materiales reciclables.....	32	2.16.1. Ley N.º 8839 para la Gestión Integral de Residuos	55
2.12.2. Planta de transferencia.....	33	2.16.2. Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables	56
2.12.3. Planta de Separación de Materiales Reciclables.....	33	2.16.3. Programa Bandera Azul Ecológica	59
2.12.4. Planta de Reciclaje y Recuperación.....	33	2.17. Análisis gráfico e interpretativo del contexto	61
2.13. Procesos para el tratamiento de los residuos.....	34	Capítulo 3	64
2.13.1. Recepción de Residuos.....	34	3.1. Enfoque de la investigación.....	65
2.13.2. Reducción de tamaño.....	34	3.2. Tipos de la investigación	67
2.14. Requerimientos especiales de las maquinarias.....	35	3.3. Fuentes.....	69
2.14.1. Cinta de separación manual.....	35	3.4. Muestreo, variables e instrumentos.....	71
2.14.2. Máquina compactadora	36	3.5. Programación y proyección	74
2.14.3. Máquina Trituradora.....	37	3.6. Alcances y limitaciones	75
2.14.4. Trommel	38	Capítulo 4	76
2.14.5. Prensa	39	77
2.14.6. Criba.....	32		

4.1. Límites del área de estudio y ubicación	77	4.3.8.3. Nubosidad.....	100
4.1.2. Historia de la provincia.....	78	4.3.8.4. Precipitación.....	100
4.1.3. Características del área	79	4.3.8.5. Humedad	101
4.1.4. Análisis económico.....	80	4.3.8.6. Velocidad y dirección del viento	101
4.2. Análisis Macro	81	4.3.8.7. Vegetación	103
4.2.1. Vialidad y transporte.....	81	4.4. Análisis micro.....	109
4.2.1.1. Vialidad.....	81	4.4.1. Ubicación.....	109
4.2.2. Centros Educativos	82	4.4.1.1. Datos del terreno.....	110
4.2.2.1 Centros Educativos de Primaria	82	4.4.2. Uso de suelos.....	110
4.2.2.2 Centros Educativos de Secundaria	82	4.4.3. Topografía	111
4.2.3. Centros de Reciclaje o Acopio	83	4.4.4. Ejes de Tensión.....	112
4.2.4. Zonas de vulnerabilidad y riesgo	84	4.4.5. Tipos de usuarios	114
4.2.5. Encuesta de percepción.....	85	Capítulo V	115
4.3. Análisis medio	89	5.1. Propuesta Conceptual/Metafórica.....	116
4.3.1. Ubicación y datos generales	89	5.1.1. Explicación analógica del proyecto	117
4.3.2. Uso de suelo	90	5.2. Pautas de Diseño	118
4.3.3. Vialidad	91	5.2.1. Luz Natural	118
4.3.4. Movilidad	91	5.2.2. Agua de Lluvia y Orientación	119
4.3.5. Centros de reciclaje o acopio	93	5.2.3. Vegetación Sol	120
4.3.6. Centros educativos	93	5.2.4. Ventilación Natural	121
4.3.7. Componente urbano y patrimonios arquitectónicos de Cartago	94	5.3. Programa Arquitectónico Administrativo y Planta.....	122
4.3.7.1. Sitios de interés	94	5.3.1. Programa Arquitectónico Administrativo	122
4.3.7.2. Patrimonio.....	95	5.3.2. Diagrama Administrativo de Relaciones	123
4.3.8. Clima.....	96	5.3.3. Zonificación Administrativa	124
4.3.8.1. Temperatura promedio en Cartago.....	97	5.3.4. Programa Arquitectónico de Planta	125
4.3.8.2. Gráfica solar	99	5.3.5. Diagrama de Relaciones de la Planta.....	126

5.3.6. Zonificación de la Planta.....	127
5.4. Proceso de Diseño según Análisis.....	128
5.4.1. Proceso Volumétrico	130
Capítulo 6.....	133
Capítulo 7.....	159
7.1. Conclusiones.....	160
7.2. Recomendaciones.....	161
Capítulo 8. Referencias bibliográficas	162

Índice de mapas

Mapa 1. Análisis Macro.	81
Mapa 2. Vías Primarias.	81
Mapa 3. Centros educativos primaria.	82
Mapa 4. Centros educativos secundaria.....	82
Mapa 5. Centros de reciclaje.	83
Mapa 6. Amenazas y peligros naturales del Cantón de Liberia Cartago.....	84
Mapa 7. Uso de suelo, Plan Regulador de Cartago.	90
Mapa 8. Vías de Cartago.	91
Mapa 9. Ciclovía.....	91
Mapa 10. Centros de acopio.....	93
Mapa 11. Centros educativos.	93
Mapa 12. Sitios de interés (hitos y nodos) en el centro histórico de Cartago.....	94
Mapa 13. Construcciones declaradas patrimonio en el centro histórico de Cartago.....	95
Mapa 14. Ubicación del terreno.	109

Índice de figuras

Figura 1. Esquema conceptual para el Diseño Sustentable en Arquitectura; con sus principios y estrategias básicas, a través del Ciclo de Vida	12
Figura 2. Estrategias de evaluación energética en edificaciones.....	14
Figura 3. Árboles como protección solar.....	16
Figura 4. Orientación de las fachadas opuestas.....	17
Figura 5. Presiones de aire en ventilación cruzada por aperturas en muros opuestos ...	18
Figura 6. Dirección del viento y presiones de aire.....	18
Figura 7. Ejemplo de reciclaje de aguas grises	18
Figura 8. Esquema de economía lineal.	19
Figura 9. Diagramación del sistema de economía circular.....	20
Figura 10. Generación de residuos sólidos.	21
Figura 11. América Latina y el Caribe (28 países): tratamiento dado al total de residuos recolectados, alrededor de 2016.....	21
Figura 12. Desarrollo de un sistema de gestión integral de residuos basado en la separación, reutilización, revalorización y disposición final de máxima eficiencia y bajas emisiones de gases de efecto invernadero.	22
Figura 13. Objetivos del Desarrollo Sostenible.	24
Figura 14. Circulo de Möbius.	25
Figura 15. Manejo de residuos sólidos.....	27
Figura 16. Operaciones unitarias del reciclaje de papel.....	28
Figura 17. Proceso de reciclaje del vidrio.....	29
Figura 18. Códigos de la sociedad de la industria del plástico (SPI).....	31
Figura 19. Operaciones unitarias del reciclaje de plástico.....	32
Figura 20. Proceso de reciclaje del aluminio.....	32
Figura 21. Ciclo de vida del producto	34
Figura 22. Molinos De Martillo Unidireccional Y Reversible	35
Figura 23. Dimensiones cinta transportadora	35
Figura 24. Dimensiones Maquina Compactadora	36
Figura 25. Dimensiones Maquina Trituradora.....	37
Figura 26. Trommel.....	38
Figura 27. Prensa.....	39
Figura 28. Criba	32
Figura 29. Máquina Cizalla Guillotina.....	33
Figura 30. Vista del Proyecto.....	34
Figura 31. Vista en Planta.	35
Figura 32. Circulaciones.....	35
Figura 33. Vista a la plata.	35
Figura 34. Vista de la Planta.	37
Figura 35. Vista Cubierta	38
Figura 36. Axonometría Explotada.	38
Figura 37. Planta de cubierta.	38
Figura 38. Sección.....	38
Figura 39. Vista Fachada.	40
Figura 40. Detalle de circulaciones.....	41
Figura 41. Planta de distribución.	41
Figura 42. Vista General de la planta.	41
Figura 43. Vista general.....	43
Figura 44. Vista Puente.	44
Figura 45. Vista Lateral.....	44
Figura 46. Vista en planta.....	44
Figura 47. Sección.....	44
Figura 48. Volumetría.....	46
Figura 49. Emplazamiento.	47
Figura 50. Axonometría.	47
Figura 51. Vista Volumétrica estación de transferencia y planta de selección.....	49
Figura 52. Vista Maquinaria.....	49
Figura 53. Selección de materiales.....	50
Figura 54. Llegada de camiones.	50

Figura 55. Vista planta de reciclaje.	50	Figura 85. Datos climáticos de Dulce Nombre.	96
Figura 56. Infraestructura.	50	Figura 86. Temperatura máxima y mínima promedio en Cartago.	97
Figura 57. Instalaciones.	52	Figura 87. Gráfico compuesto.	98
Figura 58. Centro.	52	Figura 88. Gráfico de Isopletas.	99
Figura 59. Centro de acopio municipal.	53	Figura 89. Nubosidad en Cartago.	100
Figura 60. Campaña de reciclaje.	54	Figura 90. Precipitación.	100
Figura 61. Campaña de reciclaje 2.	54	Figura 91. Humedad.	101
Figura 62. Jerarquización en la GIR.	58	Figura 92. Velocidad del viento.	101
Figura 63. Vertedero ilegal.	63	Figura 93. Rosa de los vientos.	101
Figura 64. Basura en el plantel municipal de Cartago.	63	Figura 94. Rango de confort.	102
Figura 65. Enfoque de la investigación.	65	Figura 95. Plano Catastro.	110
Figura 66. Paradigma Positivista.	66	Figura 96. Uso de suelo.	110
Figura 67. Enfoque Cuantitativo.	66	Figura 97. Curvas de nivel.	111
Figura 68. Tipos de estudio.	67	Figura 98. Perfiles arquitectónicos.	111
Figura 69. Diagrama de la investigación.	68	Figura 99. Ejes de tensión patrimoniales.	112
Figura 70. Fuentes.	70	Figura 100. Ejes de tensión de centros educativos.	112
Figura 71. Programación y proyección.	74	Figura 101. Ejes de tensión centros de reciclaje.	113
Figura 72. Ubicación.	77	Figura 102. Ejes de tensión superpuestos.	113
Figura 73. Línea de tiempo de Cartago.	78	Figura 103. Perfil de usuario.	114
Figura 74. Población cantonal (2022).	79	Figura 104. Conceptualización del proyecto. Fuente: elaboración propia.	116
Figura 75. Proyección de crecimiento poblacional, Cantones de Cartago, El Guarco, Oreamuno y Paraíso.	79	Figura 105. Pautas luz natural.	118
Figura 76. Población ocupada por rama de actividad.	80	Figura 106. Agua pluvial y orientación.	119
Figura 77. Actividad Económica.	80	Figura 107. Pautas vegetación - sol.	120
Figura 78. Cantones donde viven las personas que realizaron la encuesta.	85	Figura 108. Pauta de ventilación.	121
Figura 79. Rangos por edad de personas que aplicaron encuesta sobre un Centro de Reciclaje para los cantones de Cartago, El Guarco, Oreamuno y Paraíso.	85	Figura 109. Programa arquitectónico administrativo y educación.	122
Figura 80. Ubicación análisis medio.	89	Figura 110. Diagramas de relaciones.	123
Figura 81. Los datos de población y densidad de población.	89	Figura 111. Zonificaciones administrativas.	124
Figura 82. Proyección poblacional del cantón de Cartago.	89	Figura 112. Diagrama de la planta.	126
Figura 83. Estaciones de tren y paradas de taxi.	92	Figura 113. Zonificación de la planta.	127
Figura 84. Paldas de Bus.	92	Figura 114. Proceso de diseño según ejes de campo.	128
		Figura 115. Propuesta de diseño con análisis.	128
		Figura 116. Proceso de diseño final con análisis.	129

Figura 117. Proceso de forma a partir de ejes estructura de campo.....	130
Figura 118. Proceso volumétrico.....	130
Figura 119. Proceso volumétrico con recorrido interno.....	130
Figura 120. Proceso final.....	130
Figura 121. Forma Final.....	131
Figura 122. Explicación diagramática. Fuente: elaboración propia.....	132
Figura 123. Vistas Externas 1. Fuente: elaboración propia.	134
Figura 124. Vistas externas 2. Fuente: elaboración propia.	135
Figura 125.Vistas externas 3. Fuente: elaboración propia.	136
Figura 126.Vistas externas 4. Fuente: elaboración propia.	137
Figura 127.Vistas externas 5. Fuente: elaboración propia.	138
Figura 128.Vistas internas edificio. Fuente: elaboración propia.....	139
Figura 129. Vistas internas de la planta. Fuente: elaboración propia.....	140
Figura 130. Vistas internas del puente recorrido educativo. Fuente: elaboración propia.	141
Figura 131.Planta Arquitectónica Primer Nivel. Fuente: elaboración propia.	142
Figura 132. Planta Arquitectónica Segundo Nivel. Fuente: elaboración propia.....	143
Figura 133. Planta Arquitectónica Tercer Nivel. Fuente: elaboración propia.	144
Figura 134. Planta Arquitectónica Planta Reciclaje. Fuente: elaboración propia.....	145
Figura 135. Planta Flujo Planta Reciclaje. Fuente: elaboración propia.....	146
Figura 136. Planta de Cubierta. Fuente: elaboración propia.....	147
Figura 137. Elevaciones Edificio Administrativo. Fuente: elaboración propia.....	148
Figura 138. Cortes Edificio Administrativo. Fuente: elaboración propia.....	149
Figura 139. Elevaciones planta de reciclaje. Fuente: elaboración propia.....	150
Figura 140. Planta Áreas Primer Nivel. Fuente: elaboración propia.....	151
Figura 141. Planta Áreas Segundo Nivel. Fuente: elaboración propia.	152
Figura 142. Planta Áreas Tercer Nivel. Fuente: elaboración propia.....	153
Figura 143. Planta Cimientos. Fuente: elaboración propia.	154
Figura 144. Planta Estructural Primer Nivel. Fuente: elaboración propia.	155
Figura 145. Planta Estructural Segundo Nivel. Fuente: elaboración propia.....	156
Figura 146. Planta Estructural Tercer Nivel. Fuente: elaboración propia.	157
Figura 147. Estructural Cubiertas. Fuente: elaboración propia.....	158

CAPÍTULO I

Introducción

Generalidades

1.1. Planteamiento del problema

Se pretende demostrar con base a la presente investigación que, a nivel cantonal las municipalidades de Cartago, Oreamuno, El Guarco y Paraíso realizan actividades para la recolección de material reciclable, pero ninguna de estas cuenta con un centro de reciclaje apto; por tanto, una gran cantidad de toneladas de basura como los desechos, los cuales las municipalidades no reciclan, muchas veces se entierran, queman y botan en un lote baldío o terminan en quebradas, ríos y océanos, por lo cual, es un impacto muy grande de contaminación del aire, los suelos y el agua, todo esto, según el Informe del Estado de la Nación (IEN), nos ha llevado a que tengamos el río más contaminado de Centroamérica.

El problema radica en que al final no hay una adecuada infraestructura para el tratamiento de los residuos y esta no da abasto con todo el material que se recolecta, si a esto se le suma que las municipalidades llevan sus desechos al relleno sanitario Los Pinos, en Dulce Nombre de Cartago, el cual está en proceso de cierre y si tomamos en cuenta que a nivel latinoamericano (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2021, p. 19) el 68% de los desechos es enviado a rellenos sanitarios y solo el 4% se recicla, se presenta un posible problema a nivel ambiental, el cual se puede tratar con una planta apta de tratamiento.

La Ley N.º 8839 para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos (2010) en Costa Rica dispuso en su Artículo 8, el deber de las municipalidades de garantizar que en su territorio se brinde el servicio de centros de recuperación de materiales, de esta manera, se pretende regular la gestión integral de residuos y el uso eficiente de los recursos, mediante la planificación y ejecución de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, ambientales y saludables de monitoreo y evaluación.

Por lo tanto, a cada municipalidad se le exige tener un lugar destinado para la recolección de desechos para el reciclaje, pero en la actualidad y según datos de la Fundación para la Sostenibilidad y la Equidad (Aliarse), un 30,4% de las municipalidades del país cuenta con un centro de reciclaje de su propiedad (L. D. Jiménez, comunicación personal, junio 8, 2018), pero

la mayoría de estas solo cuenta con una estructura y diseño abierto que no cumple con los requisitos necesarios para obtener un correcto proceso de tratamiento de los residuos y reciclaje, a su vez, otras municipalidades envían este material a empresas privadas para su disposición.

Estos cantones no cuentan con un plan de educación ambiental o solo existe una persona para llevar estos temas a la comunidad, tampoco se tiene un lugar o infraestructura para educar sobre el reciclaje, todo esto ha tenido una repercusión a través de los años, porque desde pequeños no se crece con una correcta cultura sobre los adecuados procesos del reciclaje, por eso conviene concienciar a la población sobre cómo prevenir la producción de tantos residuos, debido a que en poco más de una década esto se duplicado y solo el 15% llega a centros de reciclaje, mientras que el 20% se tira sin ningún control en cualquier lugar, lo cual se puede evitar o bien, reducir, con una correcta educación.

1.2. Justificación

La contaminación ambiental es un problema que nos afecta día con día y la generación de basura cada vez va en aumento, según los datos del Ministerio de Salud, durante el comienzo de la pandemia (2020), la población costarricense produjo 1 459 288 toneladas de residuos ordinarios, esto significó un aumento de un 8% en comparación con 2019, cuando se originaron 1 343 608 toneladas de residuos ordinarios. De la cual, solo se recupera el 6,8% de la cantidad de residuos generado, lo que al no ser tratada tiene una afectación ambiental, por este motivo este proyecto no solo ayuda a tratar de controlar esa contaminación.

Con este proyecto se pretende la proyección de valorizar los residuos sólidos en al menos un 50.66%, lo que generaría una reducción del 49.34% en los residuos que tienen como destino los rellenos sanitarios que, como se mencionó anteriormente, estos tienen una vida útil limitada; por lo tanto, se lograría reducir la contaminación que genera estos rellenos en una sociedad cada vez es más demandante y en la que actualmente existen bajas tasas de reciclaje (6.8%).

Debido a la problemática que aqueja a la provincia de Cartago de no contar con un lugar apto para el tratamiento de los desechos, es de suma importancia investigar, diseñar y

desarrollar una planta de reciclaje para darle un proceso adecuado a los desechos y de esta manera, lograr reducir la contaminación ambiental.

El porcentaje de hogares a nivel de Costa Rica y cantonal en pobreza, la cual fue medida por el método de Línea de Pobreza⁷ (LP), según la Encuesta Nacional de Hogares (Enaho, 2020), ha ido en aumento, alcanzando el 26,2%, lo que significa que 419 783 hogares se encuentran en condición de pobreza, 83 888 más que en 2019. Otro dato alarmante es la pobreza extrema, la cual también registra un 7%. Todo esto acompañado de una elevada tasa de desempleo abierto, misma que en el último trimestre de 2020 alcanzó un 19,98%.

Por este motivo la investigación presente es de importancia, debido a que tiene un impacto inmediato en la sociedad, porque la misma planta de reciclaje va a generar nuevos empleos en la zona, de los cuales se estima que serán de al menos 70 empleos directos, de manera tal que, es una oportunidad para tratar el índice de pobreza.

Este tipo de proyectos no solo impulsa la contratación del personal de la planta, sino que también se busca la implementación de la economía circular en el país, donde actualmente se maneja el modelo de economía lineal, en el que dicho modelo no es sustentable y es menos beneficioso en términos de contaminación ambiental.

También va a tener una relevancia a nivel educacional, porque cuenta con un área de capacitación y un otra para la educación, así como recorridos en la planta para saber su funcionamiento y concienciar sobre la importancia del reciclaje.

Además, se pretende que, mediante un diseño innovador, el actual documento y diseño llegue a servir como modelo en términos de diseño y funcionalidad, para que así, se pueda utilizar como ejemplo en la creación de futuras plantas de reciclaje para el resto de las municipalidades, debido a que no se tiene información a nivel nacional.

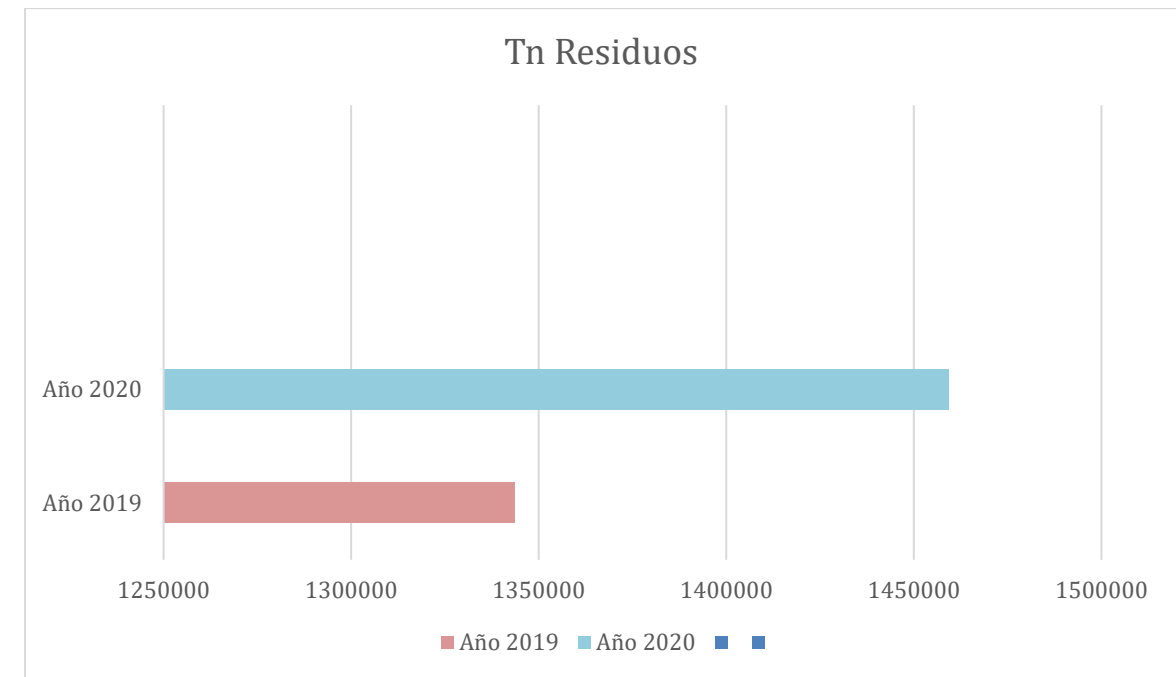


Figura 1. Toneladas residuos durante pandemia (2020).

Fuente: elaboración propia.

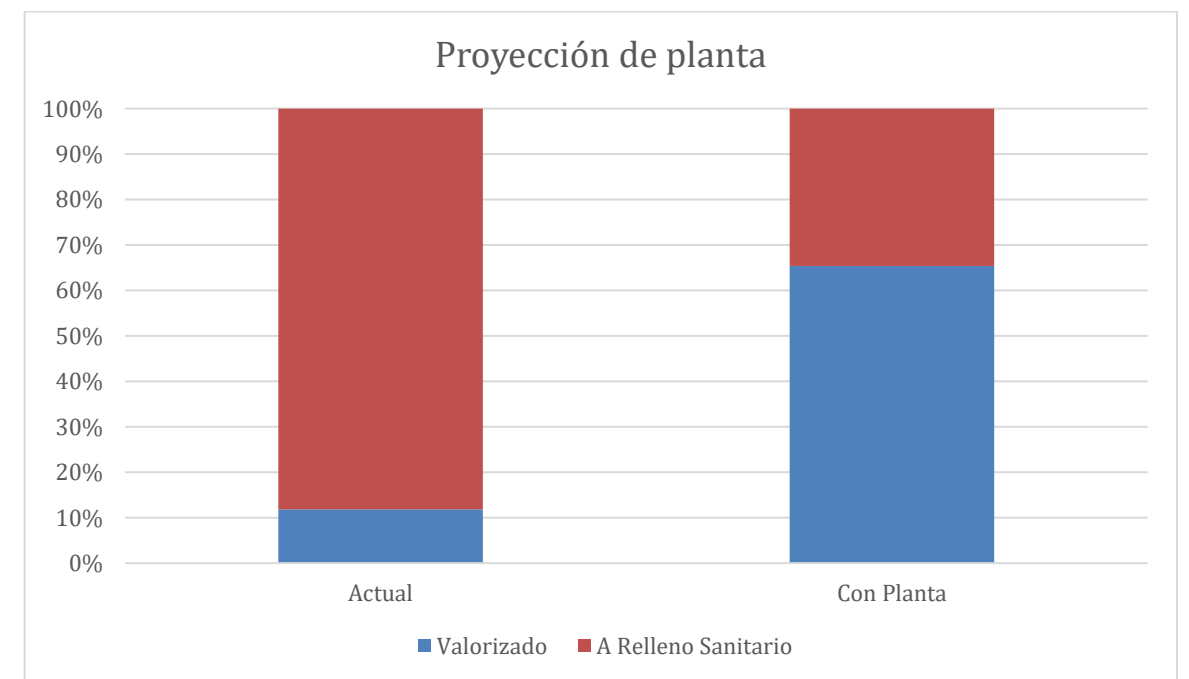


Figura 2. Proyección de planta.

Fuente: elaboración propia.

1.3. Alcances y limitaciones

1.3.1. Alcance

El proyecto consiste en el diseño de un centro de reciclaje sustentable para la Municipalidad de Cartago, el cual estará ubicado en el actual plantel municipal, esto por su inexistencia en el cantón.

El principal alcance del proyecto es la creación de un centro de reciclaje que sea eficiente y en el cual se pueda llevar a cabo todos los procesos y tratamiento de los desechos.

El diseño contará con la capacidad necesaria para el tratamiento de los desechos de los cantones de Cartago, Oreamuno, El Guarco y Paraíso. Adicionalmente, se busca generar que este proyecto sirva como un modelo para futuras construcciones o diseños de plantas de reciclaje en el país, para el cual se desarrollará un anteproyecto y los planos constructivos.

Se realiza a nivel de anteproyecto y no constructivo, el cual contará con juego de planos 3D, imágenes fotorrealistas y especificaciones técnicas. Este se resolverá según los análisis y datos recolectados durante el proceso de investigación.

1.3.2. Limitaciones

El proyecto no considera que las municipalidades pongan en su gestión las rutas y planes de reciclaje adecuadas para el manejo de los desechos. No se contempla el presupuesto para llevar a cabo un proyecto de esta magnitud, debido a que es elevado, porque se emplean maquinarias especializadas no encontradas en el país.

Tampoco contará con los planos electromecánicos en detalle de la maquinaria, dado que utiliza sistemas especializados y que no son del fin de este trabajo. Dificultad de obtener información, debido a que no existen proyectos similares en el país o del cual no se encuentra ninguna referencia.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar un centro de reciclaje sustentable en el cantón de Cartago que sea apto para llevar a cabo todos los procesos de los desechos y materiales reciclables de manera adecuada, reduciendo así, la contaminación ambiental cantonal con una proyección hacia 2030.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar qué aspectos de la arquitectura sustentable se puede aplicar, para así minimizar la contaminación y que sea ecológicamente amigable.
- Elaborar un programa arquitectónico de acuerdo con las necesidades de los procesos para el tratamiento de los residuos de forma eficiente.
- Desarrollar una solución de diseño estructural y espacial eficiente para el tratamiento de los procesos.

Pregunta de investigación

¿Cómo generar una propuesta de diseño arquitectónico de un centro de reciclaje sustentable eficiente para los cantones de Cartago, el Guarco, Oreamuno y Paraíso, que contribuya a la disminución de la contaminación ambiental?

1.5. Antecedentes Internacionales

Se presentan distintos casos internacionales en el sentido de comprender los antecedentes en proyectos de investigación y arquitectura que han resuelto un problema similar al presente, en el diseño de centros de reciclaje y compostaje para la disminución de la contaminación ambiental.

Primer antecedente internacional

La Arq. Mayra Solange Barreto Barrón (2017) en su tesis: "Diseño arquitectónico de un Centro de Reciclaje Sostenible incorporando áreas ecológicas, Nuevo Chimbote" realiza un estudio, el cual tuvo como propósito elaborar el diseño arquitectónico de un centro de reciclaje sostenible incorporando áreas ecológicas, en el que la autora plantea que su trabajo de investigación pueda servir como fuente de consulta para estudiantes o entidades públicas, con el fin de brindar información acerca del tema, logrando la concientización de la sociedad.

La metodología utilizada por la autora Barreto Barrón (2017) para su trabajo de investigación fue de tipo descriptivo, en la que se explica que hicieron un diseño no experimental de corte transeccional correlacional, mediante el cual recolectaron datos que a su fecha eran actuales en el ámbito de estudio respecto al tema, su importancia y posibles soluciones.

Al final se señala que el resultado que ella esperaba de la solución propuesta pretendía ser eficiente, para poder demostrar la factibilidad de un proyecto de este tipo en la ciudad, de esta manera, favorecer al cuidado del medio ambiente y a la salubridad de la población y así se podrá recuperar nuevamente el valor social, económico y cultural.

Para la Arq. Barreto Barrón (2017), el resultado obtenido fue eficiente, en el cual se analizó el contexto, demostrando la factibilidad del proyecto, siendo apto para la elaboración del diseño arquitectónico de un centro de reciclaje sostenible, incorporando áreas ecológicas. También se logró identificar el usuario específico con el apoyo de expertos con fines de elaboración de la propuesta arquitectónica.

Este antecedente tiene una relación con el tema principal de este trabajo de investigación, debido a que se busca una solución para el problema medio ambiental que generan los desechos en la ciudad, por lo cual, la importancia de un adecuado diseño arquitectónico de un centro de reciclaje.

Segundo antecedente internacional

La Arq. Miriam Clarybell Gómez Flores y la Arq. María Elena Nina Poma (2020). Diseño arquitectónico de un centro de transformación y promoción de materiales reciclables para contribuir a la disminuir la contaminación ambiental en la ciudad de Tacna, realizaron este estudio con el objetivo de contribuir a las investigaciones sobre la contaminación por residuos sólidos inorgánicos, de la cual realizaron una investigación sobre las principales causas que la generan, en la que determinaron que las causas eran muchas y que se tienen que detener a pensar en el origen de todo, el cual sugiere un camino largo.

Las autoras Arq. Gómez y la Arq. Nina (2020) recalcan que hoy todos tenemos un compromiso, mucho de este y como parte de la profesión, los arquitectos que están encargados en el diseño de la infraestructura dentro de las ciudades tienen que asumir el reto. Desde nuestro enfoque como futuros arquitectos se tiene que aportar en los diseños.

La metodología utilizada en el diseño fue de investigación no experimental transversal, descriptivo – correlacional, porque no se llegó a manipular las variables, lo que hicieron fue observar diferentes situaciones similares de infraestructura que estaban destinadas a centros de transformación de materiales reciclables u otros similares, con base en esto dispusieron un diseño descriptivo correlacional, en el cual tuvieron como objetivo, relacionar variables y determinar sus causas de una manera explicativa, para posteriormente, analizar y compararla con la situación actual e implementar alternativas que den respuesta al problema que identificaron.

De esta manera la Arq. Gómez y la Arq. Nina (2020) conceptualizaron en su diseño el centro, no como una fábrica de elementos creados a partir de residuos sólidos inorgánicos. Ellas tienen de idea crear espacios que permitan el correcto tratamiento de los residuos sólidos inorgánicos identificados (papel, vidrio y PET), espacios contemplados bajos políticas ambientales estandarizadas.

La Arq. Gómez y la Arq. Nina (2020) mencionan que al ser políticas estandarizadas, no se necesita la consulta de profesionales y que de igual manera, estando comprometidas con el tema que realizaron, hicieron una propuesta en un terreno que sea probable para este tipo de equipamiento y que con un programa arquitectónico el cual ha sido consultado con la entidad pública, encargada de la disposición final de los residuos, se captaron las necesidades desde las consultas a recicladores hasta las microempresas dedicadas al acopio de reciclaje.

La Arq. Gómez y la Arq. Nina (2020) llegaron a la conclusión de que el centro contará con todas las áreas de tratamiento y transformación de reciclaje, área de servicio para los trabajadores y áreas destinadas a la educación ambiental y promoción de una cultura de reciclaje, así como también, espacios de exposición de los elementos creados.

Este antecedente tiene una relación con el tema principal de este trabajo, debido a que se realizó con una investigación de todas las áreas que se necesitan para un eficiente tratamiento de los residuos y también, que esta contara con un área destinada a la educación ambiental para hacer conciencia y educar a la población sobre la cultura del reciclaje.

Tercer antecedente internacional

El Arq. Sulecio (2014). Planta de reciclaje y compostaje, El Tejar, Chimaltenango. Realizó una investigación para dar un aporte a nivel académico, el cual tiene como idea fundamental el tratamiento del desecho sólido a través una planta que tenga como objetivo final el reciclaje y compostaje de los desechos producidos en el municipio y su área de influencia.

El Arq. Sulecio (2014) busca en su diseño que a través de sus procesos se permita reducir el volumen de desechos vertidos en el basurero municipal de El Tejar, de esta manera, también se busca la disminución que causarían al ser incinerados y preservar los recursos naturales al reciclar la materia, esto traerá algunos beneficios como generar una ayuda económica para la población.

Su proyecto contribuye a la arquitectura y también a la misma población y comunidad, a la hora de conceptualizar el anteproyecto, debido a que el proceso es llevado a generar una identidad; asimismo, el resultado que se obtiene en una arquitectura innovadora.

El Arq. Sulecio (2014) utiliza como metodología el método analítico en el cual recopiló y analizó individualmente los procesos que se deben ejecutar en el proyecto. La conceptualización del proyecto fue buscar y fomentar la salud, el progreso y la existencia de arquitectura significativa en el área, donde es importante llegar a plantear una infraestructura adecuada y que siempre se debe tener en cuenta el factor ambiental y la conservación de recursos.

Este antecedente tiene una relación con el tema principal de este trabajo de investigación en que el alcance geográfico es de tamaño considerado, también, que se realiza un programa arquitectónico en busca de todas las máquinas necesarias en una

planta y así, además, tener una referencia e idea del espacio que se necesita y de los procesos que requieren.

Cuarto antecedente internacional

El Arq. Fortunic S. y la Arq. Fiorella Y. (2019). Planta de Reciclaje con Parque Temático. Realizaron este estudio en el que explican qué es una planta de reciclaje: ecoparque tecnológico para la integración de la población, industria y medioambiente. También detallan que la planta es un plan piloto para el ordenamiento de los residuos y un diseño adecuado hacia la industria medioambiental, con el fin de que tengan un espacio urbano para la integración de la población con la industria en un edificio híbrido.

El objetivo principal es el diseño de una planta de recolección, selección y separación de residuos que incluya abrirse hacia la ciudad a través de espacios, áreas verdes, y que, a su vez, ayude a difundir conocimientos relacionados con el reciclaje y el cuidado ambiental, además de crear un vínculo más personal entre esta industria y el usuario, todo esto se logra por el diseño inclusivo y personalizado del proyecto donde integra oficinas, industria y parque. Conjuntamente, se mostraría un concepto mejor llevado de la arquitectura industrial, ya no se va a ver como la industria apartada de todo, sino como la industria que está involucrada con un ambiente de enseñanza y recreación, además de ser ecológicamente amigable (Soriano, 2019, pp. 5).

El proyecto es auto sostenible, debido a que se plantea un diseño en donde la planta es de tratamiento de aguas residuales, con esto se consigue el agua para el mantenimiento de áreas verdes y para los inodoros de las instalaciones del parque, de igual manera, la energía limpia para abastecer las instalaciones y materiales de bajo mantenimiento e impacto ambiental.

Este antecedente tiene una relación con el tema principal de este trabajo de investigación en el cual se busca un diseño para la recolección, selección y separación de residuos y a su vez, abrirse hacia la ciudad con un adecuado diseño en la industria

medioambiental. También que la planta llegue a ser autosostenible para la disminución de la contaminación ambiental.

Quinto antecedente internacional

El Arq. Guellin H. Y. y el Arq. Juan José G. M. (2016). Centro sostenible de gestión integral y de reciclaje industrializado de los residuos sólidos urbanos en la provincia de Tacna. Como respuesta a la problemática de la mala gestión integral de residuos sólidos urbanos de la ciudad Tacna.

Los Arq. Guellin H. Y. y el Arq. Juan José G. M. (2016) explican que pretende la construcción de una infraestructura, en la cual se van a realizar actividades de gestión integral en sus diferentes fases de recolección, tratamiento, procesamiento, investigación, educación, cultura ambiental y disposición final de los residuos sólidos urbanos, con el objetivo de contribuir al tratamiento integral de estos en la provincia de Tacna.

Se buscó industrializar y procesar los residuos orgánicos para llegar a convertirlos en compost o lo que viene siendo abono orgánico y los residuos inorgánicos se procesarán en materia prima para su rápida introducción al ciclo productivo y su posterior venta al mercado local, nacional e internacional.

La metodología utilizada para su proyecto fue de investigación APLICADA, en la cual se busca confrontar la teoría con la realidad y el diseño de investigación a utilizarse será la DESCRIPTIVA TRANSVERSAL NO EXPERIMENTAL.

Este antecedente tiene una relación con el tema principal de este trabajo de investigación en el cual se busca la construcción de una infraestructura adecuada para la realización de gestión integral en fases recolección, tratamiento, procesamiento, investigación, educación, cultura ambiental y disposición final de los residuos sólidos urbanos.

Sexto antecedente internacional

La Arq. Juanita G. (2020) Centro del Reciclador un espacio social para la articulación social y el reciclaje (C.R.E.A.S.). Explica que su proyecto se llega a desarrollar con base en una problemática global y que es causada por las actividades humanas en las ciudades, toma específicamente el tratamiento de los residuos urbanos en Bogotá, en el cual existe un grupo poblacional que tiene como oficio, reciclar.

La Arq. Juanita G. (2020) nos relata que los recicladores son indispensables en el desarrollo de una ciudad sostenible y que lo han sido por varios años, pero que actualmente, a pesar de los esfuerzos por tratar de formalizar ese oficio, sigue siendo una población segregada, estigmatizada y desvalorizada con una condiciones de vida y de trabajo desfavorables y es por eso que el proyecto que ella plantea busca responder a las necesidades actuales de la comunidad, desde un punto de vista social, cultural y económico, con el fin de dignificar el oficio y replantear las actuales relaciones y estereotipos frente a los recicladores.

El proyecto propuesto está dirigido a la integración en beneficio mutuo en la parte ambiental del proyecto con el río Tunjuelo y la restauración del humedal El Tunjo, como parte del parque lineal esquemático propuesto; por tanto, el proyecto busca romper con los estereotipos actuales de la estética de los proyectos industriales, desarrollando un proyecto orgánico y armonioso en labor del reciclaje.

Como conclusión, el trabajo de grado está enfocado principalmente en el reconocimiento de un grupo poblacional indispensable en el desarrollo y manejo medioambiental de la ciudad, que actualmente es discriminado, estigmatizado y poco valorado con condiciones de vida y trabajo desfavorables. Desde la identidad javeriana, el aporte más importante es lograr el reconocimiento y valor frente a la labor, dignificar el oficio del reciclador, replantear las actuales relaciones sociedad-reciclador e impulsar el potencial actual. A su vez, lograr estos objetivos beneficiando medioambientalmente a la ciudad desde el correcto manejo de los residuos sólidos y la integración de mutuo beneficio entre el proyecto, el río Tunjuelo y la restauración de los humedales aledaños (Gómez, 2020, pp. 80).

Este antecedente tiene una relación con el tema principal de este trabajo de investigación en el cual se busca plantear y responder a las necesidades actuales de la comunidad, desde un punto de vista social, cultural y económico, de igual manera, el proyecto busca romper con los estereotipos actuales de la estética de los proyectos industriales.

Séptimo antecedente internacional

La Arq. Laura M. (2015). Ecodiseño de un centro de acopio y análisis de operación en una planta de almacenamiento secundario de desechos sólidos en el cantón de Babahoyo, provincia de Los Ríos. Realizó una investigación para colaborar en la gestión adecuada a los desechos sólidos inorgánicos como papel, cartón, plástico y vidrio del cantón Babahoyo, ella realizó un estudio de campo para el diseño de un centro de acopio con materiales ecoamigables, asimismo, poder disminuir el impacto generado en el sitio de implementación.

La Arq. Laura M. (2015) presupone que su proyecto, se direcciona en perspectivas de diferentes organizaciones de reciclaje, las cuales le determinan su infraestructura y diseño con posibles materiales reciclables que se utilizan en labores cotidianas, con el objetivo general de implicar y determinar los impactos ambientales que podrían ocasionar la construcción y operación del ecodiseño del centro de acopio, todo con el fin de ubicar una planta de almacenamiento que permita un impacto económico y social en el sector, además, dar la oportunidad de nuevos trabajos a decenas de personas involucrados en el reciclaje de desechos sólidos, esto lo realiza planteando una propuesta directa para el diseño de un plan ambiental que optimice las operaciones de recepción de desechos, considerado minimizar o mitigar los resultados con base en el impacto en el ambiente.

Se utilizó como metodología la base de citas bibliográficas, la observación de muestras, pruebas realizadas, así como encuestas a involucrados. La información primaria y secundaria se la obtuvo en los centros de acopio de las actividades productivas bajo la responsabilidad administrativa de la Dirección de Salud e Higiene Ambiental del cantón Babahoyo, donde la arquitecta Laura M. (2015) tomó en cuenta los principales aspectos que se consideraron como impactos negativos generados al aire, flora y condiciones

estéticas del sector, estos resultados llegaron a la conclusión de que es necesaria la implementación de un modelo de gestión para materiales como fundas plásticas en un 52%, tachos plásticos 45%, sacos de yute 3%, datos obtenidos del estudio que ella realizó para la implementación de un relleno sanitario en la ciudad de Babahoyo.

La Arq. Laura M. (2015) toma como conclusión, buscar minimizar todos los impactos que lleguen a ser ocasionados por los componentes físicos, bióticos, socioeconómicos y culturales que podrían ocurrir en las fases de construcción y operación del centro de acopio. También propone elaborar un programa de mediciones ambientales y seguimiento, además de la evaluación correctiva en función del desarrollo sustentable en actividades del ecodiseño de un centro de acopio en el cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos.

Este antecedente tiene una relación con el tema principal de este trabajo de investigación en el que se quiere diseñar de un centro de reciclaje sustentable y con materiales ecoamigables, para poder disminuir el impacto generado en el sitio de implementación, así como que el mismo diseño tenga una impronta en el ámbito social y económico en el sector, además, dar la oportunidad de nuevos trabajos a las personas de la misma comunidad.

Antecedentes Nacionales

Primer antecedente Nacional

El Ing. Keneth M. (2018). Centros municipales de recuperación de residuos sólidos valorizables en Costa Rica: situación actual y guía de buenas prácticas. Donde realizó una investigación en los Centros de Recuperación de Residuos Valorizables (CRRV), el cual forma parte de una estrategia en el país para aumentar el porcentaje de residuos recuperados para su valorización.

Por lo que el autor el Ing. Keneth M. (2018) comenta que existe desconocimiento sobre el manejo y los procesos productivos de los CRRV a nivel nacional, lo que afecta el buen desempeño de las instalaciones.

De esta manera, el Ing. Keneth M. (2018) explora factores técnicos y ambientales relacionados con la infraestructura, la tecnología y los procedimientos de trabajo de los CRRV de 15 municipalidades en el país; asimismo, proponer buenas prácticas para su diseño y operación. En el 80% de las instalaciones estudiadas se procesan menos de 41 ton / mes de residuos y en el 93% de ellas, la operación de separación se lleva a cabo manualmente sobre una superficie estática.

En la mayoría de los casos, la infraestructura no fue diseñada para funcionar como un CRRV, por lo que sus características no están orientadas a una máxima eficiencia en la operación. La ausencia de registros y procedimientos de trabajo escritos es una constante en los casos estudiados. En la mayoría de las instalaciones se identificaron condiciones ergonómicas inadecuadas en las estaciones de clasificación, ausencia de métodos para evaluar el desempeño de los operarios y deficiencias en el proceso de capacitación del personal. Las buenas prácticas propuestas para influenciar los factores identificados se validaron en un taller con representantes del sector (Masís, 2018, pp. 11).

La conclusión a la que llegó el autor el Ing. Keneth M. (2018) es que, en la mayoría de los casos, la infraestructura de las edificaciones resulta inadecuada, pues no fue diseñada para funcionar como un centro de reciclaje, por lo que sus características no están orientadas a una máxima eficiencia en la operación, en consecuencia a esto y a las inadecuadas condiciones para el almacenamiento de residuos al aire libre, comprometen su calidad, afectando la remuneración a la que se puede acceder por ellos.

Este antecedente tiene una relación con el tema principal de este trabajo de investigación en el que se denota la falta conocimiento para un buen diseño en la infraestructura y también, en la falta de documentación o registros relacionados con el tema, igualmente, se busca diseñar y crear una buena práctica a la hora de reciclar los desechos.

CAPÍTULO II

Marco Teórico

Conceptos base

2.1. Arquitectura sustentable

Cuando comenzamos a hablar de Arquitectura sustentable, debemos tener en cuenta de dónde proviene, lo cual se refiere a "desarrollo sostenible", esto fue lo que el primer ministro de noruega, Harlem Brundtland, incorporó en el informe "Nuestro futuro común" presentado en la 42ª sesión de las Naciones Unidas en 1987. "(..) las vías de desarrollo que respondan a las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras" (Schvartz, 1993).

En adición a lo anterior, podríamos mencionar que esta definición está limitada, debido a que la podríamos desarrollar en cuanto a la terminología en relación con las necesidades humanas, pero engloba claramente el sentido del término en cuestión, por lo que la sustentabilidad es una forma racional de ver el desarrollo y el progreso del ser humano y su relación con el entorno y el manejo de los recursos (Instituto de Recursos Naturales, EUA, 1987).

Antes de conocer la importancia de incluir la arquitectura sostenible, es fundamental saber cómo piensan los arquitectos sobre estos conceptos, debido a que puede llegar a ser subjetivo.

"La Arquitectura Sustentable es aquella que satisface las necesidades de sus ocupantes, en cualquier momento y lugar, sin por ello poner en peligro el bienestar y el desarrollo de las generaciones futuras. Por lo tanto, la arquitectura sustentable implica un compromiso honesto con el desarrollo humano y la estabilidad social, utilizando estrategias arquitectónicas con el fin de optimizar los recursos y materiales; disminuir al máximo el consumo energético, promover la energía renovable; reducir al máximo los residuos y las emisiones; reducir al máximo el mantenimiento, la funcionalidad y el precio de los edificios; y mejorar la calidad de la vida de sus ocupantes" (De Garrido, 2011).

"Arquitectura sustentable, o el diseño verde, es un acercamiento a la construcción que minimiza los efectos nocivos sobre la salud humana y el medio ambiente. El arquitecto

o diseñador "verde" intenta proteger el aire, el agua y la tierra por la elección de los materiales de construcción respetuosos del medio ambiente y las prácticas de construcción" (Morán, 2014).

La sustentabilidad en arquitectura la podríamos llegar a definir como la forma racional y responsable en la que podamos crear espacios habitables para todo aquel que vaya a residir en dicho espacio, teniendo en cuenta el ahorro de los recursos naturales, financieros y humanos, manteniendo una relación con el ámbito del desarrollo sustentable (sociedad, medio ambiente y economía), los cuales no se deberían comprometer a las futuras generaciones. Es por esto por lo que debemos concebir un criterio amigable con el medio ambiente (Hernández, 2008).

En adición a lo anterior, Hernández et al. (2008) mencionan que el papel que llega a cumplir la arquitectura en términos de desarrollo de ciudad y centros de población es diseñar edificios e instalaciones adecuados donde se instalarán actividades que permitan el progreso y desarrollo una sociedad; sin embargo, muchas de estas traen consigo una serie de consecuencias negativas en la parte ambiental, social y económica. De esta manera, tenemos que aprender a diferenciar dos términos distintos en esta rama de la arquitectura, en la que, por un lado, está la arquitectura verde o ecológica y que, no suele resolver de manera total los problemas y la arquitectura sustentables, porque trata de resolver o englobar todos los problemas que conlleva una edificación e incluso, urbana de manera integral.

Para llegar a generar un proyecto de buena calidad, requerimos de una herramienta fundamental de la arquitectura llamada diseño y a su vez, debe tener la característica de generar productos sustentables, así encontraremos el llamado diseño sustentable. Sabemos que el Diseño es un proceso; por lo tanto y a continuación, describimos este proceso de creación.

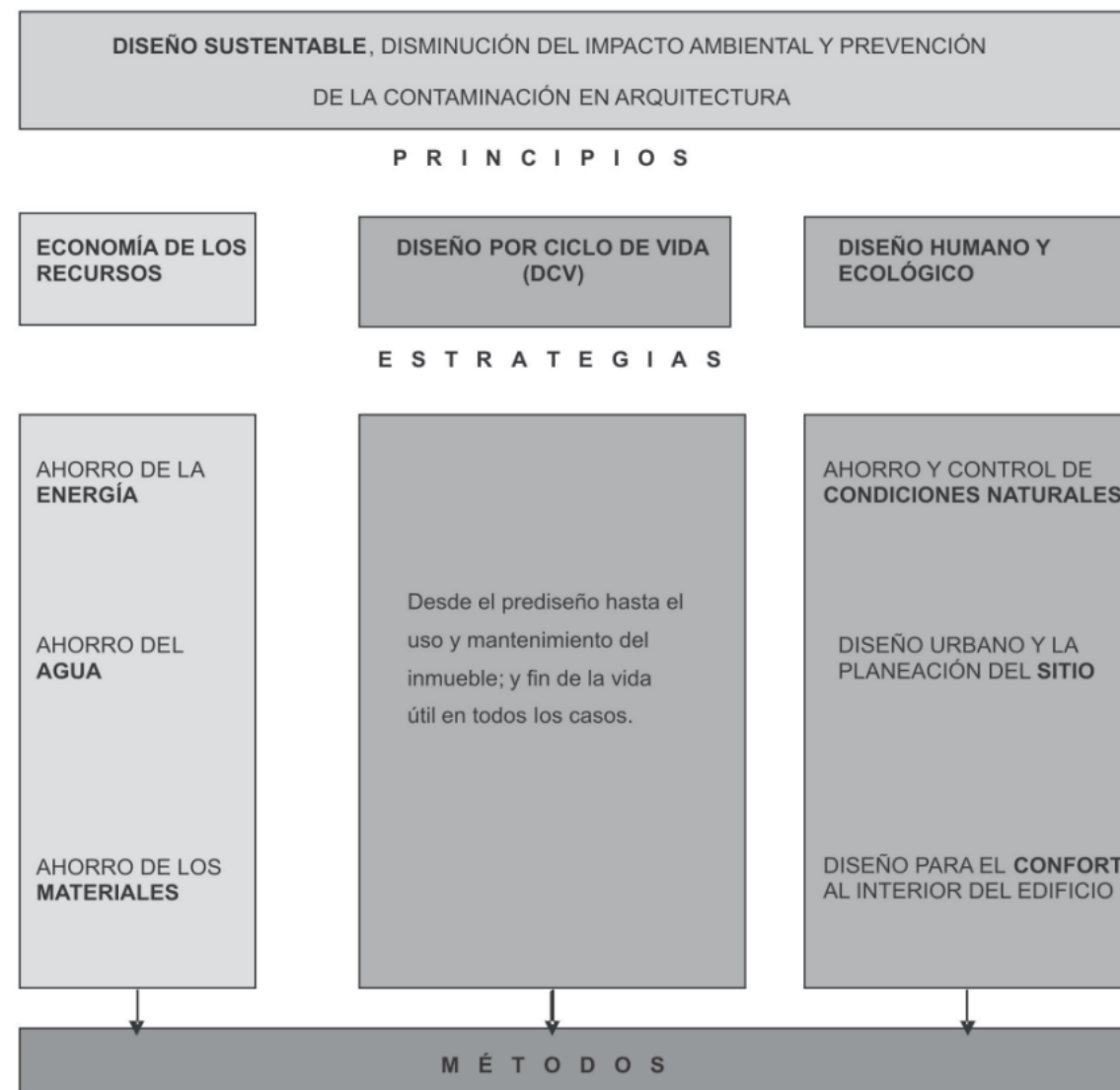


Figura 3. Esquema conceptual para el diseño sustentable en Arquitectura, con sus principios y estrategias básicas, a través del ciclo de vida.

Fuente: Kim y Rigdon, 1998.

2.2. Eficiencia energética

La eficiencia energética es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida, los productos y servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e

inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos culturales, tanto en una casa como en la oficina y, en general, en la comunidad (Bonilla, 2009).

La eficiencia energética para Schallenberg et al. (2008) es minimizar la cantidad de energía necesaria para cumplir con todo lo necesario sin llegar a alterar su calidad. Supone la utilización de nuevos equipos con nuevas tecnologías por otro que, con las mismas prestaciones, consuma menos electricidad, teniendo en cuenta que el comportamiento del usuario va a seguir siendo el mismo; por tanto, no existen cambios en los hábitos de consumo, pero de esta manera, se va a consumir menos energía, dado que el consumo energético para llevar a cabo el mismo servicio es menor.

En general, tanto los individuos como las organizaciones, los cuales son los consumidores directos, pueden ahorrar energía con tal de reducir los costos energéticos y así, poder promover una sostenibilidad económica, política y ambiental. Los usuarios industriales y comerciales pueden aumentar su eficiencia y maximizar sus ganancias. Las preocupaciones actuales incluyen el ahorro de energía y los efectos ambientales de la generación de energía (Bonilla, 2009).

2.2.1 Edificios energéticos

Podemos hablar con base en lo anterior, sobre cuándo un edificio es energéticamente eficiente, dónde está aquel que minimiza el uso de las energías convencionales (lo cual sería energía no renovable), a fin de ahorrar y hacer un uso racional de la energía (Bonilla, 2009).

Le podemos llamar rendimiento energético cuando el cociente que hay entre la energía útil o la utilizada por un sistema y su energía total, será necesario un criterio para así tener la energía empleada (Bonilla, 2009).

Menciona, además, que para lograr una mejor eficiencia energética debemos pretender que el consumo de energía por cada producto producido o bien, un servicio prestado, tiene que ser menor a esta. Si queremos mejorar la competitividad entre las empresas y calidad de vida, debemos adquirir un hábito responsable, así como usar las

nuevas tecnologías con tal de reducir el consumo de energía. Por tanto, tenemos que los edificios energéticamente eficientes se pueden dividir en tres categorías:

- Edificio de baja energía
- Edificios ultra baja energía
- Edificio energía cero
- Edificio de energía plus

2.2.2 Edificio de baja energía

Generalmente, cuando se habla de un edificio de energía baja, nos referimos a un edificio que gasta menos energía que un edificio convencional o habitacional, para lograr entrar en esta categoría, el edificio o vivienda debería consumir la mitad de la energía, teniendo como referencia los estándares de las normas de eficiencia energética de su respectivo país (Bonilla, 2009).

En cada país existen normas o códigos de eficiencia energética; por tanto, para aplicar dicho término tenemos que saber cuáles son sus requisitos, pero por lo general, un edificio cuyo nivel de consumo se encuentre por debajo de estos estándares podemos llamarlo edificio de baja energía, esto puede variar significativamente dependiendo de la nación donde se construya, porque en unos casos uno puede considerarse de "baja energía" y en otro puede ser una práctica normal (Bonilla, 2009).

Los edificios de baja energía generalmente utilizan altos niveles de aislamiento térmico, eficiencia energética, ventanas con doble o triple vidriado de baja emisividad (DVH), bajos niveles de infiltración de aire o uso de sistemas de recuperación de calor, entre otras estrategias. Y desde ya es excluyente el uso de técnicas de diseño solar pasivo o tecnologías solares activas (Bonilla, 2009).

2.2.3 Edificios de ultra baja energía

Bonilla et al. (2009), en adición a lo anterior, nos hablan también de los edificios de ultra baja energía, la cual se consigue con un balance entre ingresos y egresos que debe ser muy próximo a cero (+/- 10%), independientemente de que esté conectado a las redes urbanas de servicios (electricidad, gas natural, gas propano-butano (gas de refinería), agua, calefacción distrital, desagües pluviales y desagües cloacales, entre otros).

2.2.4. Edificio de energía cero

El consumo de energía neta debe ser cercano a cero en un año para hablar de un edificio energía cero (EEC) o también, llamado edificio de energía neta cero. Para esto la energía proviene del propio edificio mediante fuentes de energías renovables que deberán ser iguales a la energía demandada por el edificio.

$$\text{Demanda energía} = \text{Generación energía}$$

Estos edificios están ganando más relevancia y popularidad, ya no solo en los países desarrollados, esto permite hacer masivos los edificios energía cero, implica una solución potencial a una gama de problemas sociales y ambientales (Bonilla, 2009).

2.2.5. Edificio de energía plus

Podemos clasificar este tipo de edificio cuando produce más energía que la que consume, para ello se pueden utilizar algunas tecnologías, como de micro generación, para proporcionar calor y electricidad al edificio (Bonilla, 2009).

Electricidad: mediante celdas solares (fotovoltaicos), aerogeneradores (energía eólica) y celdas de combustible (hidrógeno).

Calor: mediante biocombustibles, biomasa, colectores solares térmicos (agua caliente, aire caliente, vapor a baja presión), acumulación en la masa térmica del edificio y muros de agua, entre otras estrategias térmicas del arsenal bioclimático,

sintetizados en la casa pasiva. Con estas técnicas puede brindarse calefacción, refrescamiento y hasta refrigeración a los ambientes de la casa o edificio.

Fluctuaciones en la demanda: para hacer frente a fluctuaciones en la demanda de calor o energía eléctrica, los edificios de energía cero, usualmente están conectados a la red y poseen medidores de doble vía. De esta manera, exportan electricidad durante el día y la importan durante la noche. La gran ventaja es evitar los altos costos de las baterías estacionarias y su mantenimiento para acumular la electricidad.

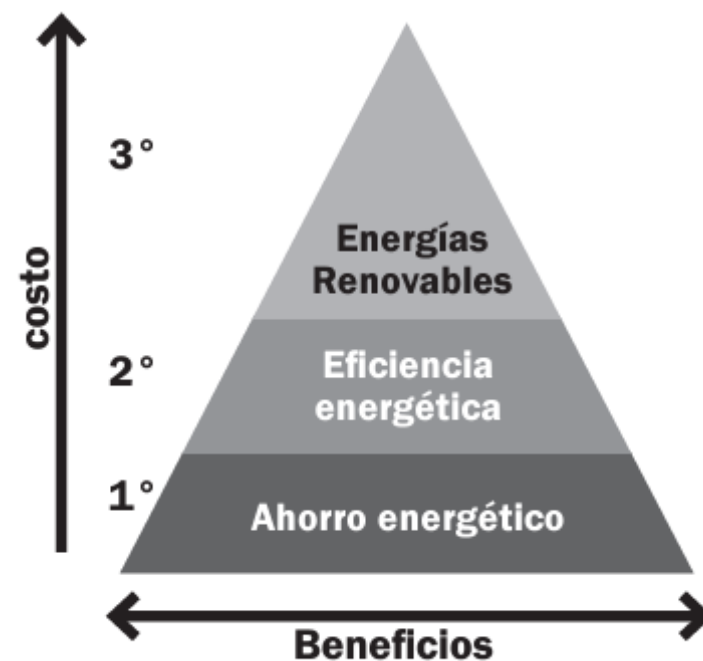


Figura 4. Estrategias de evaluación energética en edificaciones

Fuente: Guerra Menjívar, 2012

2.3. Arquitectura bioclimática

La arquitectura bioclimática se puede llegar a definir como un conjunto de elementos arquitectónicos, constructivos y pasivos, los cuales son capaces de transformar condiciones microclimáticas para lograr valores que se acerquen a las

condiciones de bienestar termofisiológico del ser humano, preferiblemente utilizando energías pasivas, en pro de la reducción de los consumos de energía y minimización de impactos negativos al medio ambiente (Barranco, 2015).

Baño (2019) define que la manera en que se logra utilizar y optimizar los recursos naturales con el fin de aprovechar de la manera más adecuada las condiciones de habitabilidad, como la arquitectura bioclimática, entendiéndola así, como una filosofía arquitectónica o conjunto de pensamientos organizados por la cual tiene como objetivo la integración del objeto arquitectónico en su entorno natural.

Ante esto, Bonilla et al. (2009) mencionan que consiste en que, a la hora de diseñar cualquier edificación, se debe tener en cuenta ciertos factores, como las condiciones climáticas, así se puede aprovechar los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) y con esto, disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía. Por tanto, para ellos es un tipo de arquitectura en la que surge un equilibrio y armonía, la cual es una constante con el medio ambiente.

2.4. Estrategias pasivas

Las estrategias pasivas son aquellos sistemas utilizados dentro del diseño arquitectónico, con el fin de lograr un confort climático en los usuarios, todo sin recurrir a la energía eléctrica, para esto se llega a utilizar distintas energías, las conocidas como limpias y renovables: energía solar, eólica y sistemas de ventilación natural y dispositivos de protección solar (Barranco, 2015).

Baño (2019) añade que para poder determinar las estrategias necesarias y que se pueda garantizar el rendimiento óptimo de los elementos constructivos, se tiene que conocer como primera metodología, los parámetros climáticos, geológicos y topográficos, los cuales son lo que conforma su contexto inmediato, de esta manera se llega a deducir cuáles de ellos son los más apropiados para satisfacer el confort del hábitat.

Ante esto, el tipo de estudio se llega a articular en dos niveles: tenemos el conjunto de parámetros interiores que determinan la sensación de confort por un lado y por otro, nos encontraremos con un conjunto de variables exteriores, las cuales inciden sobre la ubicación concreta y particular del edificio considerado (Baño, 2019).

2.4.1. Adaptación a la temperatura

Bonilla (2009) considera que este es uno de los puntos más importantes y uno de los que tiene que coincidir cuando se habla de arquitectura bioclimática, debido a que es lo más eficiente aprovechar de una manera óptima, la energía térmica del sol cuando se está en un clima con temperatura fría. Lo mejor sería aprovechar el efecto invernadero de los vidrios, para que la pérdida de calor sea mínima, si es que existe algún elemento de calefactor.

Por otro lado, si el clima es más caluroso, una solución de diseño es hacer muros más anchos, de igual manera, tratar de que la cubierta y las fachadas del edificio sea de colores claros, otro factor de diseño sería la utilización de toldos y cristales especiales con doble acristalamiento, asimismo, manejar una buena ventilación. Otra solución que ayudaría sería contar con vegetación que proteja la edificación (Bonilla, 2009).

Ante esto, la Cámara Costarricense de la Construcción (2016) nos dice que, ante un máximo aprovechamiento térmico y lumínico con la utilización de una alta inercia térmica en paredes y suelos, los cuales en el día se llegan a calentar y en la noche son más frías, van cediendo el calor hacia el interior. Cuando es época de verano lo que sucede en el día es la absorción del calor que está presente en el aire de ventilación y por la noche se empieza a enfriar siempre y cuando exista una ventilación adecuada, con esto se consigue que al día siguiente esté preparada. Dependiendo del uso que se esté dando, se puede llegar a evitar cualquier sistema de climatización artificial.

2.4.2. Vegetación

Barranco (2015) menciona que en nuestra vida cotidiana la vegetación es muy relevante, aunque en su mayoría de veces no llegamos a notar el confort que nos brinda la presencia de las zonas verdes, en un lugar donde haya un árbol habrá una sombra que nos generará una sensación térmica de confort, igualmente, la ayuda que nos brinda al absorber el dióxido de carbono; por tanto, resulta beneficioso para un clima cálido-húmedo.

Ante esto Barranco et al. (2015) señalan que no solo genera un confort térmico, sino que también, nos brinda otras características importantes, como un sistema de control acústico, que dependerá del follaje que tenga el árbol o vegetación, parte de esto ayuda a reducir el impacto de la radiación sobre una superficie, amortiguando la reflexión de los rayos solares.

Sumado a lo anterior, se contempla que una parte fundamental corresponde a las áreas verdes, debido a que son muy importantes cuando hablamos del manejo de un microclima en un lugar, si utilizamos de una manera correcta su disposición, podremos lograr un confort para el usuario. Esto se puede aplicar a la hora en que buscamos un refrescamiento a través de la vegetación, por lo cual, se debe buscar refrescar, de manera en que si logramos pasar el aire por un tamiz verde (setos, plantas, árboles) que transpira, este se logrará refrescar antes de tocar la fachada del edificio, así ayuda a generar los procesos termodinámicos (Cámara Costarricense de la Construcción, 2016).

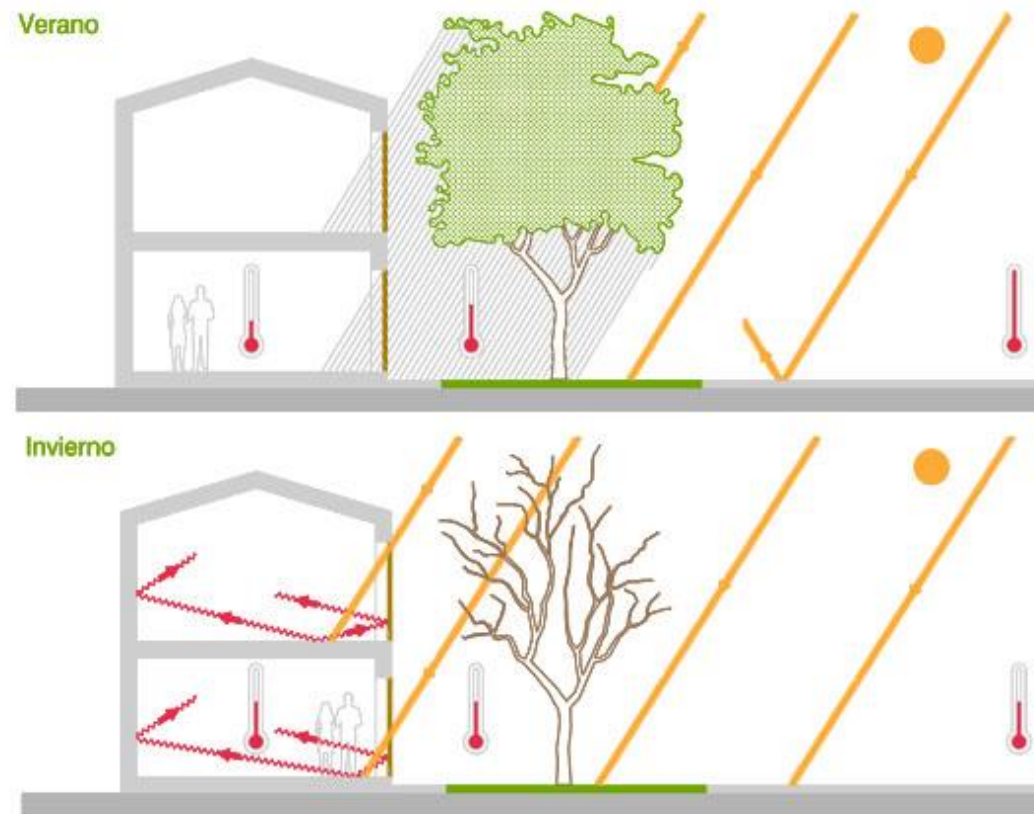


Figura 5. Árboles como protección solar.

Fuente: BiU Arquitectura y Paisaje

2.4.3. Orientación

La orientación en un edificio es uno de los puntos con mucha relevancia a la hora de hacer un nuevo proceso para un proyecto. Si bien es cierto, en la práctica muchas veces no es posible escoger la orientación, siempre es ideal pensar la manera en que se puede optimizar el recurso solar, porque de esta manera, se puede plantear nuevas estrategias y mecanismos, como lo pueden ser los elementos de protección móviles o fijos y reflexión en parámetros, entre otros (Guerra, 2013).

Guerra (2013) añade que la orientación es muy importante y se tiene que tomar en cuenta a la hora de diseñar que las fachadas norte y sur traten de minimizar las ganancias solares, esto toma mayor relevancia en climas tropicales, asimismo, la

orientación llega a permitir que la ventilación que provenga del noreste y sureste sea más eficiente.

En cuanto a las edificaciones públicas, Mena (2011) hace énfasis en que se caracterizan tener altas ganancias internas generadas por usuarios, equipos e iluminación, por lo cual, se recomienda (de ser posible) que la edificación llegue a tener una orientación norte y sur de sus fachadas principales, porque así facilita las estrategias de protección de fachadas. En cambio, cuando se tiene una orientación oriente y poniente es la menos recomendable, porque la incidencia solar es más compleja de controlar en estas fachadas.

Sumado a lo anterior, cuando se tiene una buena orientación y una correcta ubicación, llega a facilitar de manera eficiente la relación del edificio con el clima del lugar. Para mencionar un ejemplo, aquellas edificaciones cuya forma son rectangulares deben estar orientados de forma longitudinal a lo largo del eje Este-Oeste, de manera que con esta configuración se recibe menos sol directo en verano en los muros orientados al Este y Oeste; por lo tanto, representa que la ganancia de calor sea reducida, todo dependerá del clima del lugar y su requerimiento dentro del edificio (Cámara Costarricense de la Construcción, 2016).

En resumen, a lo anterior se facilita la creación de oportunidades como:

- Con la utilización del sol se pueden crear sistemas pasivos para calentar el edificio en climas fríos.
- Si se requiere enfriar o llevar un confort térmico en climas fríos, se utiliza la ventilación natural.
- Dotar de iluminación natural en todo el año.

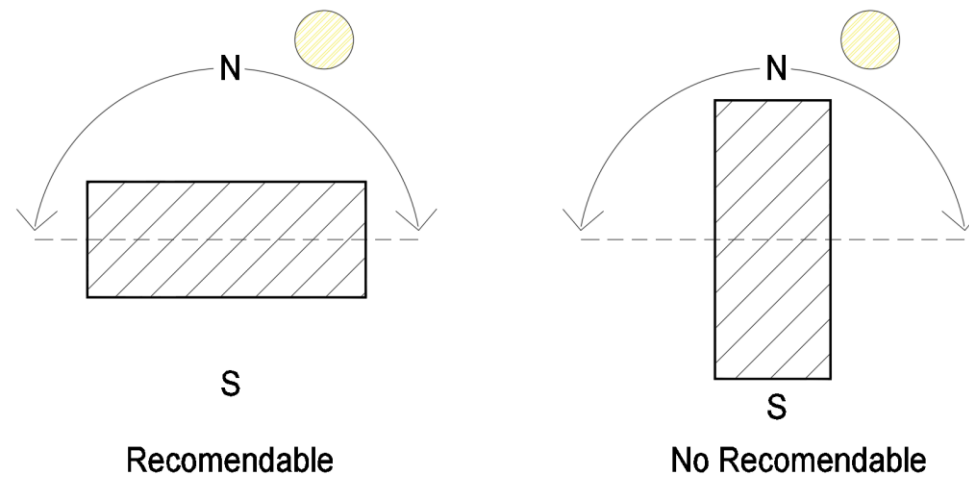


Figura 6. Orientación de las fachadas opuestas

Fuente: elaboración propia, 2022

2.4.4. Forma

Cuando se habla de forma, la volumetría de un edificio debe estar relacionada con el clima donde se encuentre ubicado el proyecto y a su vez, su programa arquitectónico. Para ello, el arquitecto debe tener claridad acerca de, si el edificio busca conservar el calor dentro de sí o disiparlo al ambiente (Mena, 2011).

El factor de forma es una ecuación simple que relaciona la superficie envolvente con el volumen envuelto. Un factor de forma bajo significa que el edificio tiene menos pérdidas. Si se desea reducir de una manera eficiente las pérdidas de calor que no son contempladas, la forma más eficiente es minimizar la superficie de la envolvente, teniendo esto en cuenta y si el proyecto se llegara a encontrar en un lugar donde su clima es caliente, se realiza lo contrario, lo cual sería aumentar su factor de forma (Mena, 2011).

2.4.5. Ventilación cruzada

La ventilación cruzada es para Bonilla (2009), cuando exista una diferencia de temperatura y presión entre dos estancias con orientaciones opuestas, esto genera una corriente de aire que facilita la ventilación. Es una buena manera para generar

una ventilación cruzada, la cual es muy útil en climas cálidos sin refrigeración mecánica para mantener un adecuado confort higrotérmico.

Este tipo de ventilación es una de las más simples, debido a que, para utilizar esta estrategia, solo se necesitan en las fachadas opuestas dos ventanas, de esta manera, cuando se abren a la vez se producen movimientos de aire. En este caso se genera un flujo de aire que arrastra la mayor temperatura y lo reemplaza por uno de menor temperatura, el cual es generado del exterior, este tipo de enfriamiento se produce por la diferencia de temperatura, así como por la sensación de refrescamiento que produce el aire en movimiento (Mena, 2011).

Ante esto, Ellessor (2019) nos dice que la ventilación natural o ventilación cruzada es la que se puede conseguir mediante técnicas naturales, sin utilizar algún dispositivo mecánico. Para mover el aire de forma natural se emplean, solo o combinados, los mecanismos (únicamente) de:

- Diferencia de temperatura (o de densidad) del aire.
- Velocidad (o presión) del viento.

Sin embargo, este tipo de ventilación puede conllevar ciertos problemas, como:

- Descontrol, pues no se puede cuantificar el aire renovado.
- Ruido, ya que es necesario abrir el edificio al exterior.
- Introducción de polvo, polen y olores al no disponer generalmente de ningún dispositivo de filtración, cuya pérdida de carga no podría salvar la ventilación natural.
- Frío o calor excesivos cuando el edificio se encuentra situado en climas extremos.

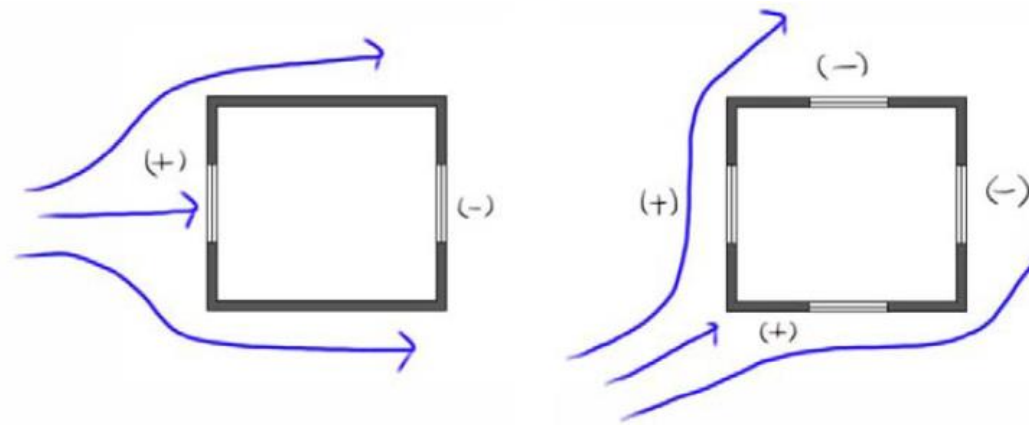


Figura 7. Presiones de aire en ventilación cruzada por aperturas en muros opuestos

Fuente: Mena, 2011

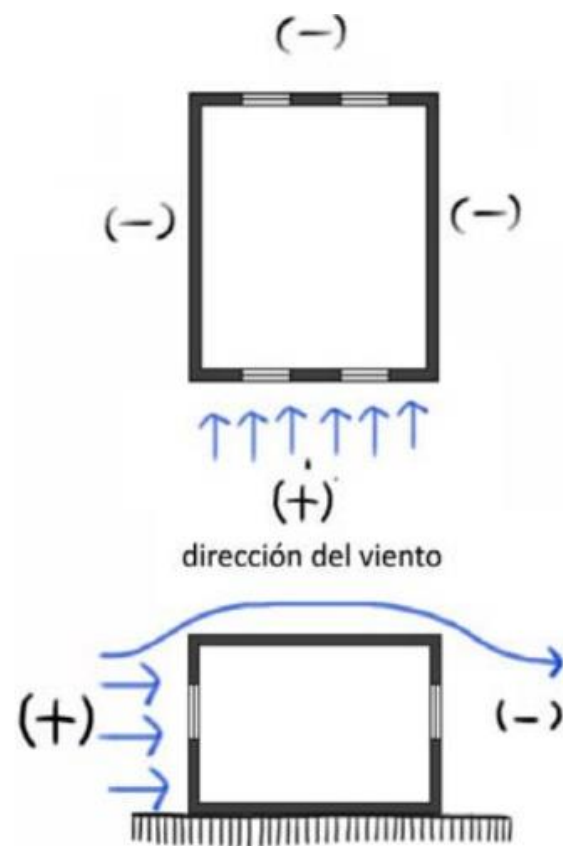


Figura 8. Dirección del viento y presiones de aire

Fuente: Mena, 2011

2.4.6. Aguas pluviales y eficiencia de uso

Cuando se llevan a cabo las estrategias para la conservación del agua en los proyectos de viviendas y edificaciones, se permite lograr la reducción en el consumo y a su vez, también produce la reducción de las aguas residuales y el consumo de energía, de igual manera, se reduce también el consumo de agua caliente, mientras que se mejora la condición de escorrentía superficial (Cámara Costarricense de la Construcción, 2016).

Ante esto, se puede realizar un buen manejo y reúso de las aguas pluviales o bien, las aguas grises, debido a que pueden llegar a sustituir el uso del agua potable en diferentes tareas o trabajos, como lo puede ser el riego de áreas verdes, lavado y descarga de los servicios sanitarios. De esta manera, no solo se logra reducir la demanda en el agua potable, sino que, a su vez, también se disminuye el volumen de todas aquellas aguas residuales vertidas en el ambiente (Cámara Costarricense de la Construcción, 2016).



Figura 9. Ejemplo de reciclaje de aguas grises

Fuente: Metertech

2.5. Fundamentos teóricos

2.5.1. Economía circular: un enfoque sustentable

Se tiene que hablar sobre el modelo que se encuentra vigente actualmente para entender primero sobre la economía circular, el cual es denominado como modelo económico lineal que consiste en “tomar, hacer, tirar”, en este se tiene la disposición de generar grandes cantidades de productos baratos y que sea fácilmente accesible en cuanto a materiales y energía, al igual que tener medios baratos para poder deshacerse de todo aquello que no interese y que ha estado de manera intrínseca en el desarrollo industrial, la cual ha generado sin precedentes un nivel de crecimiento que está alcanzando sus límites físicos. Este tipo de modelo no es sostenible (Cerdá, 2016).

En adición a lo anterior, Espaliat (2017, p. 18) menciona que, ante el incremento de los precios, empiezan los riesgos con la afectación en la cadena de suministros y también las presiones de la sociedad, lo que ha alertado a los líderes de las empresas y a los políticos responsables sobre la necesidad de cambiar el pensamiento de las materias primas y su energía. Esto ha sido un aviso para muchos para aprovechar las ventajas potenciales de la economía circular.

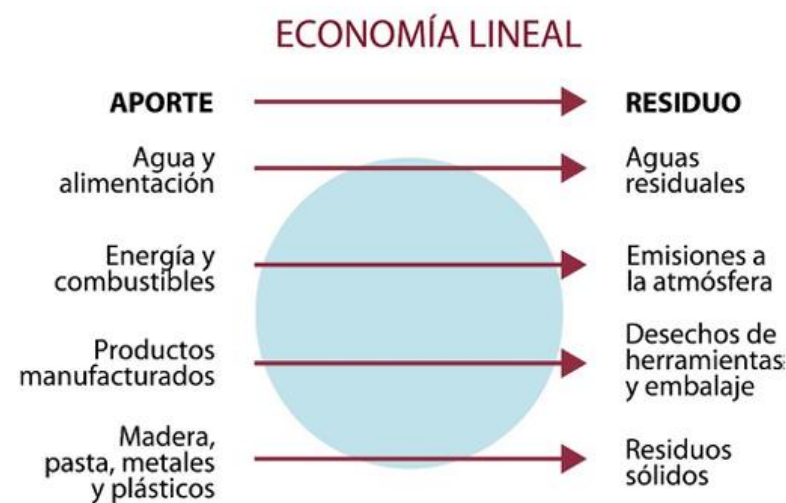


Figura 10. Esquema de economía lineal.

Fuente: Aqualogy.

Añade, además, que parte de la importancia de estos procesos industriales se adaptan al modelo lineal “extracción-transformación-uso-eliminación”, lo que hace que se preste escasa atención a si sus productos, componentes o los recursos empleados en su producción, lleguen a utilizarse o no de una manera racional. Tomando en cuenta esto como resultado para proceder a comprobar que sus recursos en su mayoría solo son empleados con un fin específico, para que después sean eliminados en forma de residuos sin llegar a tomar en cuenta que pueden llegar a ser valiosos recursos productivos (Espaliat, 2017).

En contraposición a la proposición lineal, el concepto de economía circular es “restauradora y regenerativa”, de esta manera nos aseguramos de que las materias primas, productos y servicios mantengan su valor y su utilidad de forma permanente, este tipo de aspectos se debe tener en cuenta desde la fase de diseño de dichos productos y servicios, hasta el final de su ciclo de vida útil (Espaliat, 2017).

Entonces ¿qué es la economía circular? La podemos definir como un sistema que aprovecha todos los recursos, cuya base fundamental es el uso de las cuatro “R”: reducir, reutilizar, reparar y reciclar. Este tipo de modelo da un paso más adelante que el reciclaje, de tal manera que propone atacar a la raíz del problema y así poder ofrecer soluciones viables. Con la implementación de este modelo de gestión, todos los recursos que el planeta ofrece, se logra establecer un ciclo circular que evita el despilfarro de los recursos naturales (Ecolec 2021).

Ante esto Cerdá et al. (2016) añaden que la economía circular, en la manera como se pensó, es un ciclo de desarrollo continuo positivo, debido a que este modelo sí preserva y aumenta el capital natural, el cual llega a optimizar los rendimientos de los recursos y logra disminuir los riesgos del sistema, así se logra gestionar *stocks* que son finitos y flujos renovables.

Como resultado a esto, CONOMA (2018) ha generado un resumen de la definición integradora de la economía circular, la cual considera de esta manera:

- Utiliza la mínima cantidad de recursos naturales necesarios, incluidos el agua y la energía, para satisfacer las necesidades requeridas en cada momento.
- Selecciona de forma inteligente los recursos, minimizando los no renovables y las materias primas críticas, y favoreciendo el uso de materiales reciclados siempre que sea posible.
- Gestiona eficientemente los recursos utilizados, manteniéndolos y recirculándolos en el sistema económico, el mayor tiempo posible y minimizando la generación de residuos.
- Minimiza los impactos ambientales y favorece la restitución del capital natural y fomenta su regeneración.

La Fundación Ellen MacArthur propuso que el modelo de economía circular se concentre en círculos que varían según los beneficios de las acciones (véase la figura 9). Entre sus beneficios mayores podemos nombrar la reutilización, reparación, redistribución, restauración y remanufactura, más que en las actividades de reciclaje y recuperación de energía (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2021, p 10) Esto es debido a las pérdidas que ocurren durante la recolección y el procesamiento y también, a que los materiales durante su reciclaje sufren una degradación en su calidad. Lo que sugiere este modelo de forma ideal es poder maximizar el número de veces que se puede usar los materiales. Cada ciclo de vida prolongado evita material, energía y mano de obra necesarios para crear un nuevo producto.

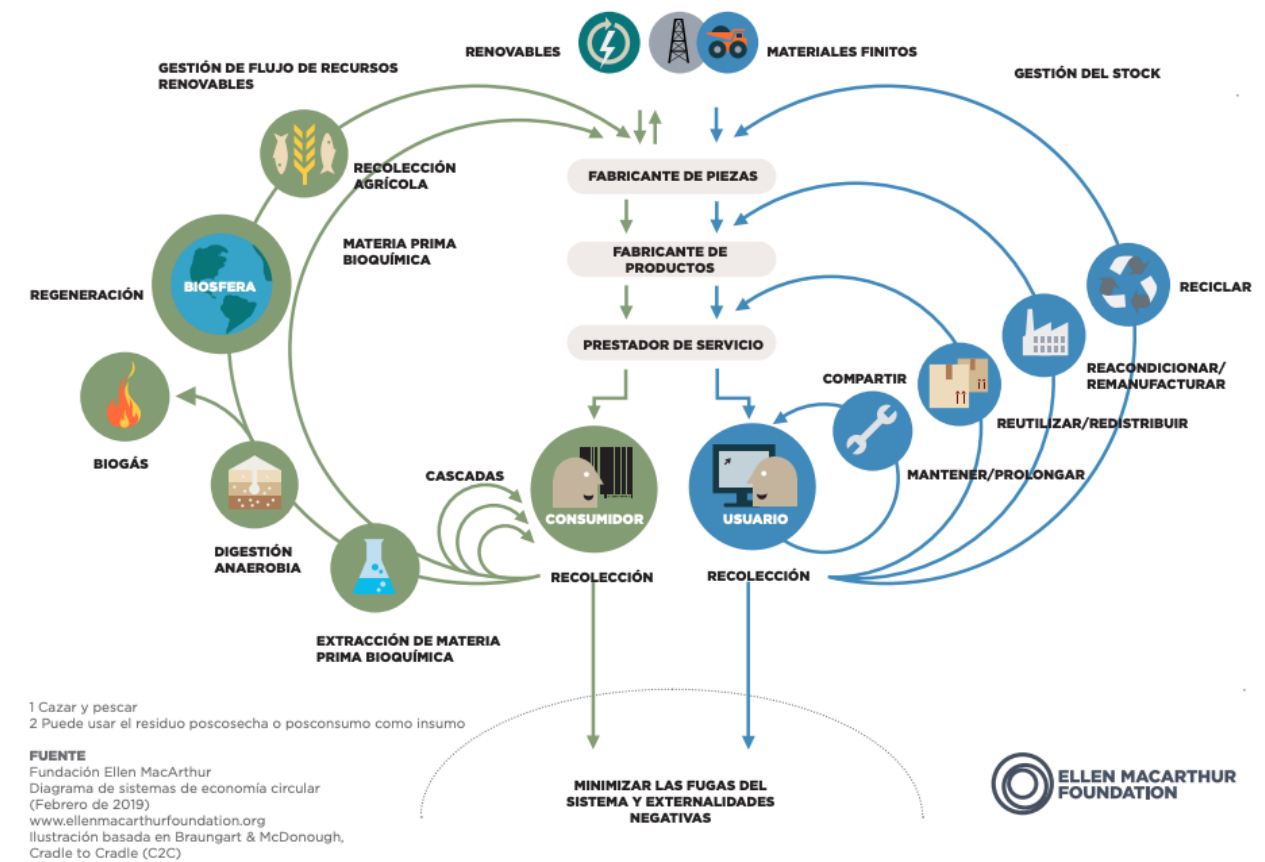


Figura 11. Diagramación del sistema de economía circular.

Fuente: Ellen MacArthur Foundation

2.5.2. América latina y el caribe

Hay que ver a nivel mundial la proyección para entender el panorama que se presenta en América Latina y el Caribe, donde la producción de residuos sólidos pasó de 1300 millones de toneladas por año en 2012 a más de 2000 millones de toneladas en 2016. Ahora bien, las nuevas proyecciones nos hacen ver que para 2030 se producirán anualmente 2590 millones de toneladas de residuos a nivel mundial y que esta cifra seguirá en aumento a 3400 millones de toneladas en 2050 (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2021, p 15).

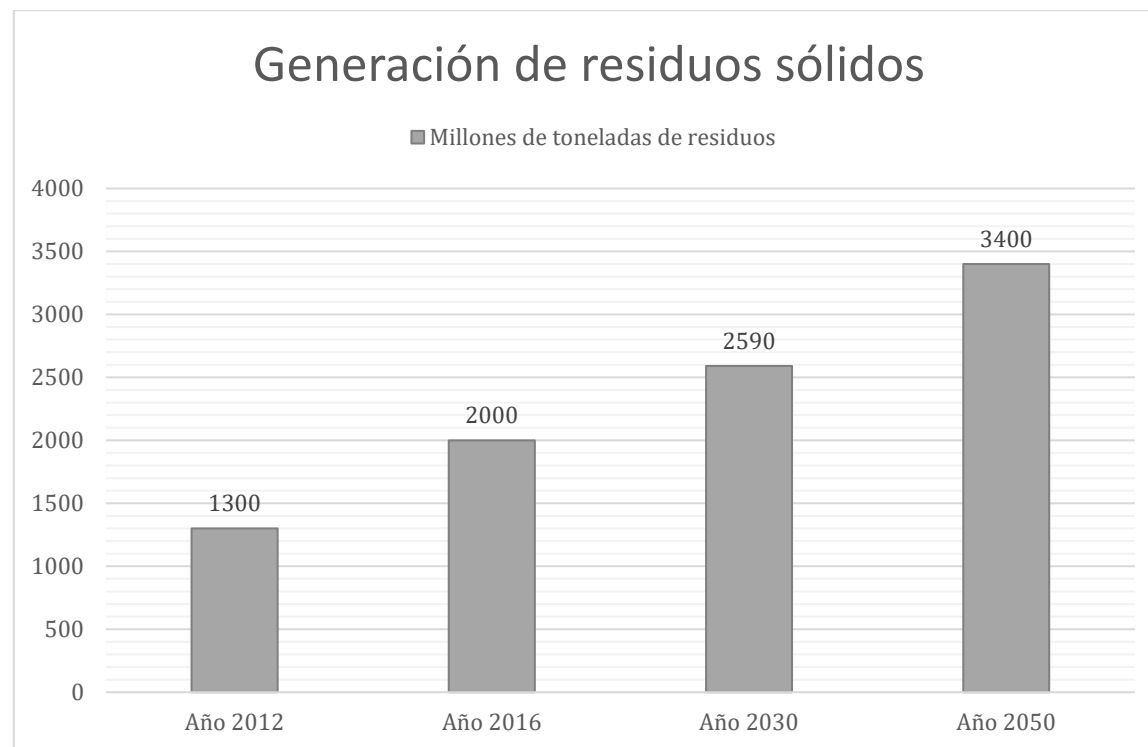


Figura 12. Generación de residuos sólidos.

Fuente: elaboración propia, sobre la base de Banco Mundial, "What a Waste Global Database", 2021 [en línea] <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/what-waste-global-database> (Los años reportados en la base de datos son variables).

Añade además que, en 2016, en América Latina y el Caribe se produjeron más de 605 000 toneladas de residuos al día, lo que genera un promedio de 0,97 kilogramos per cápita por día y se estima que para 2050 esa cifra aumentaría hasta un 25%.

El problema está en que la infraestructura que se necesita para llevar a cabo los procesos adecuados para la gestión, aprovechamiento y la disposición final de estos residuos no crece de manera paralela o de igual velocidad que su generación. Y en la cobertura de la recolección de residuos urbanos en América Latina y el Caribe es elevada cuando se compara con la situación global, debido a que llega al 85% del total de los residuos (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2021, p. 15).

Por otra parte, el total de los residuos que son recolectados en la región se deposita en rellenos sanitarios, el cual es del menos del 70% y más del 20% tiene como destino final los vertederos abiertos. Es importante señalar que, en su mayoría,

la parte de la recolección se realiza puerta a puerta y que existe un sector informal muy activo.

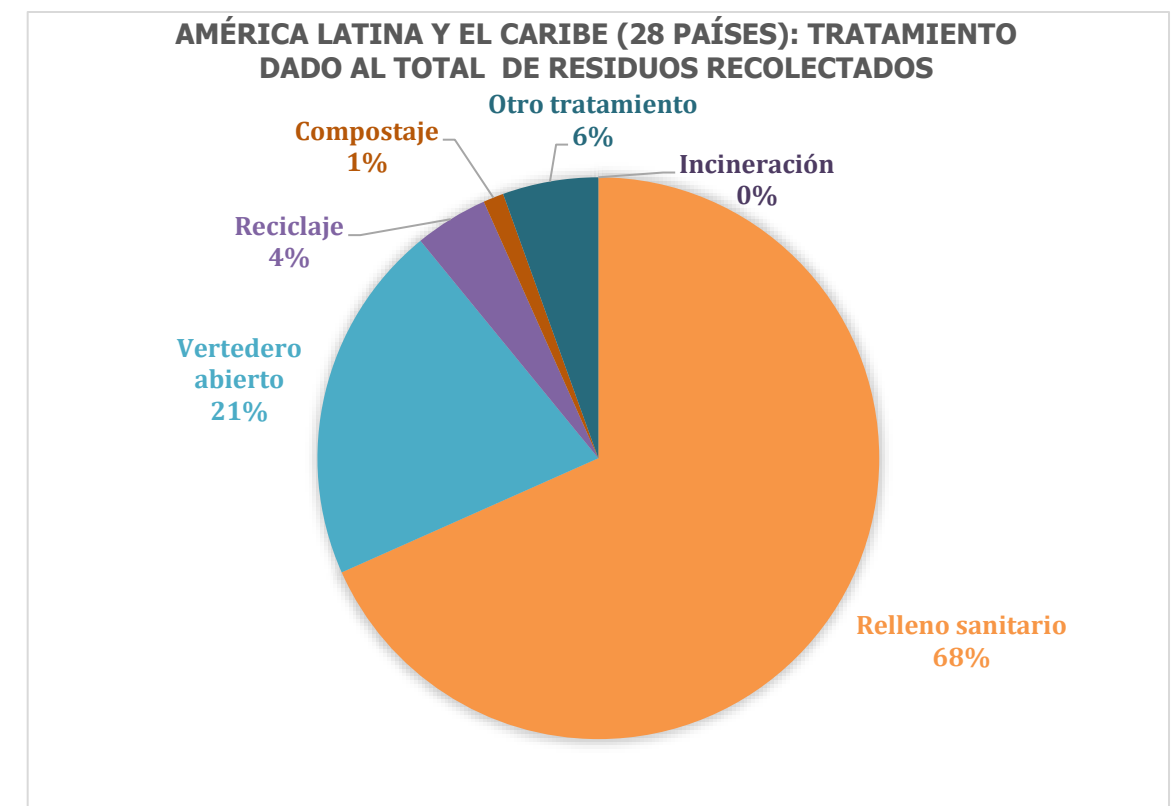


Figura 13. América Latina y el Caribe (28 países): tratamiento dado al total de residuos recolectados, alrededor de 2016

Fuente: elaboración propia, sobre la base de Banco Mundial, "What a Waste Global Database", 2021 [en línea] <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/what-waste-global-database> (Los años reportados en la base de datos son variables).

Con referencia al gráfico anterior, podemos observar que en la región solo se llegó a reciclar el 4% de los residuos sólidos urbanos, a diferencia de un 20%, en promedio, en los países que se encuentran en la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). Esto nos demuestra el gran potencial que se puede lograr con el reciclado (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2021, p. 19).

En adición a lo anterior, el Banco Interamericano de Desarrollo (2020) añade que la economía circular puede llegar a tener un gran potencial para impulsar la prosperidad y sostenibilidad de las ciudades de América Latina y el Caribe; sin embargo, la economía circular en la región se encuentra en una temprana etapa, la

situación actual nos dice que los esfuerzos que hoy existen se enfocan más en el reciclaje, de esta manera, se deja por fuera las otras seis “r” que conforman el modelo circular.

2.5.3. Plan de descarbonización en Costa Rica

Costa Rica cuenta con un plan de descarbonización (2018-2050), en el cual se prevé el reverdecimiento con más árboles, reformas legales e institucionales y nuevas obras para mejorar la movilidad urbana centrada en la salud de las personas, los ecosistemas y la promoción de negocios de economía circular.

En cuanto a la economía circular, el PNUD (2022) nos dice que el país, en su fase de preparación, se concluyó que Costa Rica no cuenta con ninguna experiencia en la promoción de estas maneras de producción y que tampoco existe algún tipo de regulación que sea tan desarrollada en comparación con los países. Por este motivo se aprovechará todas aquellas oportunidades que estén presentes en la normativa costarricense y de esta manera, destinar más recursos a las soluciones urbanas sostenibles.

Entre sus políticas para el desarrollo de un sistema de gestión integral de residuos basado en la separación, reutilización, revalorización y disposición final de máxima eficiencia y bajas emisiones de gases de efecto invernadero, son:

- Diseñar los instrumentos técnicos y legales que permitan controlar la importación, la fabricación y la comercialización de productos y materiales que generen residuos de difícil gestión para el país como plásticos de un solo uso o residuos complejos de reciclar o aquellos que no poseen un método de valorización.
- Crear condiciones habilitadoras para mejorar la gestión integral de los residuos sólidos y líquidos tanto a nivel residencial como empresarial.

- Generar espacios para mejorar la articulación intermunicipal en gestión de residuos (centros de transferencia).
- Instalación de centros de recuperación y de transferencia regionales que faciliten la GIR por tipo.



Figura 14. Desarrollo de un sistema de gestión integral de residuos basado en la separación, reutilización, revalorización y disposición final de máxima eficiencia y bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

Fuente: Plan de Descarbonización en Costa Rica.

2.6. Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS)

Se firmó en el año 2016 un Pacto Nacional por los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) en el que Costa Rica fue el primer país a nivel mundial en firmarlo. También se contó con el acompañamiento del Sistema de las Naciones Unidas (SNU), donde se estableció la movilidad, el diálogo y las alianzas para poder cumplir con lo establecido en el Pacto Nacional.

Se determina en este acuerdo con los compromisos y responsabilidades para poder asegurar que se prioricen los derechos humanos, económicos y sociales de la población, en sus correspondientes ámbitos existen diferentes representantes:

2.6.1. El Estado

El Estado es el líder que tiene que asumir con una visión de responsabilidad a largo plazo, el cual tiene que impulsar e incluir los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en la planificación nacional, de igual manera, incorporar a todos los diferentes sectores en espacios para el cumplimiento de los acuerdos.

Este Pacto Nacional, lo que busca promover es mejorar la calidad de vida y bienestar de la población costarricense, mediante el trabajo conjunto de las y los actores que firmaron el pacto, así como la movilización de recursos disponibles para el cumplimiento de estos objetivos. Todo esto, puesto en operación a través de una estructura de gobernanza compuesto por todos los actores y sectores firmantes del Pacto Nacional y operacionalizado por medio de una Secretaría Técnica en manos del Ministerio de Planificación y Política Económica.

2.6.2. El sector privado

El sector privado es una pieza sumamente importante en el proceso de planificación, el cual tiene que incorporarse a los planes nacionales de desarrollo y así, aumentar su visión pensando no solo en sus clientes y usuarios potenciales, de esta manera, se focaliza en un tema de responsabilidad social.

En la actualidad, el Sistema de las Naciones Unidas y el Gobierno de Costa Rica llegaron a una aprobación en el instrumento de guía "Marco de Asistencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo de Costa Rica 2018 – 2022", este documento sirve

como cooperación de la ONU con Costa Rica, en el cual, su estratégica se centra en tres áreas:

- Pactos y acuerdos nacionales, innovadores y transformadores, basados en el diálogo.
- Innovación, eficiencia y efectividad en la gestión pública.
- Fortalecimiento de las capacidades de la población para la participación y exigibilidad de los derechos.

Existen 17 objetivos del desarrollo sostenible, los cuales tendrán un área de intervención en la elaboración de este trabajo, de los cuales se ha identificado como potencial en el ámbito de un centro de reciclaje, los cuales se describe en que consiste cada uno:

- Objetivo 7. Energía asequible y no contaminante: garantizar de manera asequible el acceso a una energía, segura, sostenible y moderna para todos.
- Objetivo 8. Trabajo decente y crecimiento económico: apuntan a estimular el crecimiento económico sostenible mediante el aumento de los niveles de productividad y la innovación tecnológica.
- Objetivo 9. Industria, innovación e infraestructura: desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.
- Objetivo 12. Producción y consumo responsable: reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización.

Visto lo anterior, se aprecia que los ODS nos generan una guía, la cual es una oportunidad en el planteamiento de propuestas, así como para diseñar y construir obras de centros de reciclaje que sean sustentable y de esta manera, reducir la contaminación ambiental. Esto no solo tiene un impacto a nivel nacional, sino también, internacional, debido a que tiene una

repercusión en la calidad de vida en los habitantes, en las ciudades y ecosistemas cuando se aplica la cultura del reciclaje.



Figura 15. Objetivos del Desarrollo Sostenible.

Fuente: ODS Costa Rica

2.7. Reciclaje

Cuando habla de reciclaje hay que tomar en cuenta que este es un proceso de separación de diversas acciones que se encuentran en los residuos sólidos, que pueden ser rentabilizados a través de un proceso de producción – consumo y, por tanto, con un valor de venta. De esta manera, hablamos de que es la transformación de los residuos, que está sujeta a un proceso de producción, incluido el reciclado orgánico, hay que tener presente que no cuenta con la recuperación de energía. Además, señala que para describir el reciclado existe un amplio rango de actividades industriales y no industriales, donde se ven involucrados muchos materiales y productos, este reciclado está basado en un principio simple, los residuos deben tratarse como un recurso para reducir simultáneamente la demanda de recursos naturales y la cantidad de material que requiera una disposición final (Pardavé, 2012).

Ante esto, Castells et al. (2005) acotan que el reciclaje es un factor de suma importancia para el cuidado del medio ambiente. Cuando una parte o elementos de un artículo llegara al final de su vida útil, se lleva a cabo un proceso en el cual pueden usarse nuevamente. Si queremos llegar a tener visión más ecológica en la Tierra, de las cuales hay diversas medidas para la conservación de los recursos naturales del planeta, tendremos que el reciclaje sería la tercera y última medida en el objetivo de la disminución de residuos, el primero sería la reducción del consumo y el segundo, la reutilización.

Bolaños (2018) menciona que dentro del reciclaje existen unos conceptos importantes, los cuales son las tres erres (este concepto tiene como objetivo controlar el exceso de generación de basura), la cuales son reciclar, reducir (generar una menor cantidad de residuos se debe realizar cambios en la conducta diaria), rehusar o recuperar (es darles la máxima utilidad a las cosas sin necesidad de destruirlas o desecharlas).

El reciclaje es uno de los métodos (los cuales pueden ser físicos, mecánicos, químicos) en los cuales se llega a reprocessar materiales que han sido desechados (residuos sólidos), con el fin de elaborar o conformar de nuevos productos, de esta manera, se consigue que aquellos materiales que fueron desaprovechados y desechados puedan tener una segunda vida, logrando una disminución en el uso de materias primas no renovables y en los volúmenes de residuos sólidos que muchos llegan a parar a rellenos sanitarios (López, 2020).

En adición a lo anterior, Bolaños et al. (2018) sostienen que el reciclaje es un tema más individual, debido a que es parte de un problema general social, por tanto, a nivel personal, solo llegamos a reciclar una insignificante parte de nuestra basura; no obstante, existen materiales que requieren de un tratamiento complejo que solo resulta viable a nivel industrial. Actualmente, las actividades de reciclaje en el mundo, en su mayoría, tienden a ejecutarse por medio de programas oficiales administrados por las municipalidades y que usualmente siguen políticas establecidas a nivel estatal (provincial) o nacional.



Figura 16. Círculo de Möbius.

Fuente: Conciencia Eco

2.8. Importancia del reciclaje

Las personas somos responsables de la gran cantidad de producción de residuos sólidos, aunque no siempre tomamos conciencia sobre la importancia de reciclar, ante este tipo de actitud, lo que se logra es perjudicar a la población y al medio ambiente, en un corto plazo como a futuro (Salvedo, 2021).

Salvedo (2021) añade también que es aquí cuando se tiene que aplicar el concepto de desarrollo sostenible, en el que deberíamos de hacer uso de los recursos, buscando no afectar a las generaciones futuras. Cuando hablamos del reciclaje

estamos en busca de reducir la cantidad de elementos que podrían terminar en los basureros o rellenos sanitarios, debido a que muchos de estos desechos no son propiamente dichos, sino que aún pueden contener elementos que puedan ser reutilizados o transformados, gracias a esta práctica, se llega a tener un impacto ambiental negativo, por este motivo se debe hacer conciencia de que la gestión adecuada de los residuos minimizaría los peligros y riesgos de contaminación del aire, agua y suelo.

2.9. Procesos para el aprovechamiento de los residuos

Existen diferentes procesos que están incluidos en el proceso de separación de residuos, las cuales se segregan de esta manera:

a. Separación de residuos

Se llega a separar de acuerdo con las especificaciones del material del cual son residuos, se puede separar plásticos, vidrios, metales, papeles, etc.

b. Formas de segregación de residuos

- Separación de la fuente. Para llegar al proceso de reciclado es necesario llevar a cabo la recuperación de productos, los cuales se pueden hacer en el lugar donde se originan, como lo pueden ser las casas, fábricas, restaurantes, etc. Una vez que estos productos son separados sirven en el proceso de reciclado, los cuales son trasladados a centros correspondientes de acopio y reciclaje, organizados de acuerdo con sus características, en algunos casos, son preparados para su proceso o para exportarse.

- Separación manual después del recogido. Ocurre después de que los residuos son recogidos. Por lo general, este método no es el más recomendado, debido a que puede llegar a generar problemas de salud y seguridad, porque los materiales por recuperarse se pudieron haber mezclado con algún desecho contaminado.

-Separación mecánica. Como el nombre lo indica, este tipo de recuperación se realiza mediante métodos mecánicos o electromecánicos luego del recojo. Una vez estos sistemas de separación mecánica comienzan su funcionamiento, van separando los materiales, lo cual permite que una gran cantidad de desechos sólidos se pueda recuperar, en comparación con distintos métodos manuales.

2.10. Residuos solidos

Puican (2018) define que, los residuos sólidos son sustancias, productos o subproductos que se encuentran en un estado sólido o semisólido, que llegaron a ser desechados por su generador. De tal manera que, llega a definir a un generador a una persona que día a día y según sus actividades produce residuos sólidos. Con respecto y según la Real Academia de la Lengua española, tiene hasta tres acepciones de residuo:

- a. Parte o porción que queda de un todo.
- b. Aquello que resulta de la descomposición o destrucción de algo.
- c. Material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación.

Por tanto, se puede decir que, a la hora en que un producto luego de utilizarse o bien, que ya cumpliera su utilidad, se vuelva un residuo o materia inservible. Podemos describir que un residuo es aquella sustancia u objeto abandonado o descartado de una manera permanente por quien los produce, por considerarlos que no cuentan con una utilidad de su total aprovechamiento. Asimismo, la OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental) lo define como sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido, desechados por su generador. Suele considerarse que no cuenta con un valor económico y se les conoce coloquialmente como "basura" (Puican, 2018).

Puican (2018) añade, además, que los residuos deben considerar tener un sistema de manejo, en la cual se incluya las siguientes operaciones o procesos:

- a. Minimización de residuos
- b. Segregación en la fuente
- c. Reaprovechamiento
- d. Almacenamiento
- e. Recolección
- f. Comercialización
- g. Transporte
- h. Tratamiento
- i. Transferencia
- j. Disposición final

Puican (2018) también dice que existen distintos tipos de residuos sólidos, los cuales tienen la siguiente clasificación:

- a. Residuo domiciliario
- b. Residuo comercial
- c. Residuo de limpieza de espacios públicos
- d. Residuo de establecimiento de atención de salud
- e. Residuo industrial
- f. Residuo de las actividades de construcción
- g. Residuo agropecuario
- h. Residuo de instalaciones o actividades especiales

Bolaños (2016) añade que según la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Perú (MINAM, 2016), los residuos o aquellos elementos, sustancias o subproductos que se encuentran en un estado sólido o semisólido de los cuales dispone su usuario o también, que está obligado a disponer, en concordancia con lo constituido en las normas nacionales o de los peligros que provocan a la salubridad humana y al ecosistema ambiental. Según el CONAM (2006) estos se clasifican por:

A. Clasificación de los residuos sólidos:

- Por su naturaleza: seca o mojada.
- Por su composición química: orgánica o inorgánica.
- Por los riesgos potenciales: peligrosos y no peligrosos.
- Por su origen de generación: domiciliarios, comerciales, de escuelas, de mercados, etc.

B. Tipos de residuos sólidos

Residuos orgánicos o biodegradables: son todos aquellos desechos que mediante una acción natural de organismos vivos se van descomponiendo. Estos residuos orgánicos se producen a partir de los restos de los organismos vivos: como las plantas y animales.

De esta manera, los residuos que están incluidos en esta categoría son: las cubiertas de frutas, tubérculos, verduras, resto de comidas, huesos, papel, telas naturales (seda, lino, algodón), etc.

Residuos inorgánicos o no biodegradables: son todos aquellos desechos que de forma natural o bien, llegan a soportar una degradación muy lenta, no pueden ser transformados y no llegan a ser degradables. Estos residuos se originan de minerales y productos artificiales. Entre los residuos que están incluidos en esta categoría están los metales, vidrios, cristales, cartones, plásticos, pilas, etc., (Bolaños, 2016).



Figura 17. Manejo de residuos sólidos

Fuente: Encolombia

2.11. Reciclaje según tipo de residuo

Este tipo de reciclaje dependerá del tipo de material que se requiera reaprovechar. De esta manera, se mencionarán los más relevantes:

2.11.1. Reciclaje de papel y cartón.

Este tipo de material está hecho de celulosa que proviene de la madera sacada de los árboles, de manera que es materia prima utilizada para la elaboración de papel y cartón, por ende, este tipo de reciclaje tiene un impacto muy positivo en el medio ambiente (López, 2020).

Adicionalmente, Puican et al. (2018) mencionan que el papel constituye entre el 16 y 25% del total de residuos urbanos, de este solo podemos recuperar hasta un 70%, porcentaje muy alto. Estos residuos provienen de revistas y periódicos, envases de productos alimenticios, cajas de cartón, papel de alta calidad utilizado en impresión y reproducción, y papel mezclado. Puican (2018) añade, además, las etapas de fabricación del papel reciclado:

- Recolección de manera selectiva de papel usado en contenedores.
- Depuración de la pasta del papel usado mediante filtrado y centrifugación, para eliminar las posibles partículas de elementos ajenos a la fibra, como arenas, lacas, etc.
- Separación de la tinta mediante flotación, en este proceso, la pasta se sumerge en agua jabonosa en un tanque, denominado *pulper* y se le inyecta aire para provocar la aparición de burbujas. La tinta forma una suspensión coloidal y se consigue que la espuma flote junto con la tinta, permitiendo su separación mecánica.
- Secado y prensado.

Cuando se inicia el proceso de separación del papel, en las plantas de acopio por lo general reciben el papel ya desechado. Una vez que estas plantas reciben los desechos de papel, proceden a conformar una pasta de papel, que se llega a obtener añadiendo aditivos químicos, los cuales lo disuelven para que las fibras de papel puedan separarse. Después de ese proceso, se pasa dicha pasta por medio de un tamiz o criba, que permite separar los materiales que no son papel y que puedan contaminar o dañar dicho proceso. Posteriormente, se lava la pasta de papel con el fin de retirar cualquier material que pudiera quedar de la etapa anterior y, por último, se le adicionan productos químicos específicos como agentes blanqueadores, en los que se encuentra el peróxido de hidrógeno (López, 2020).

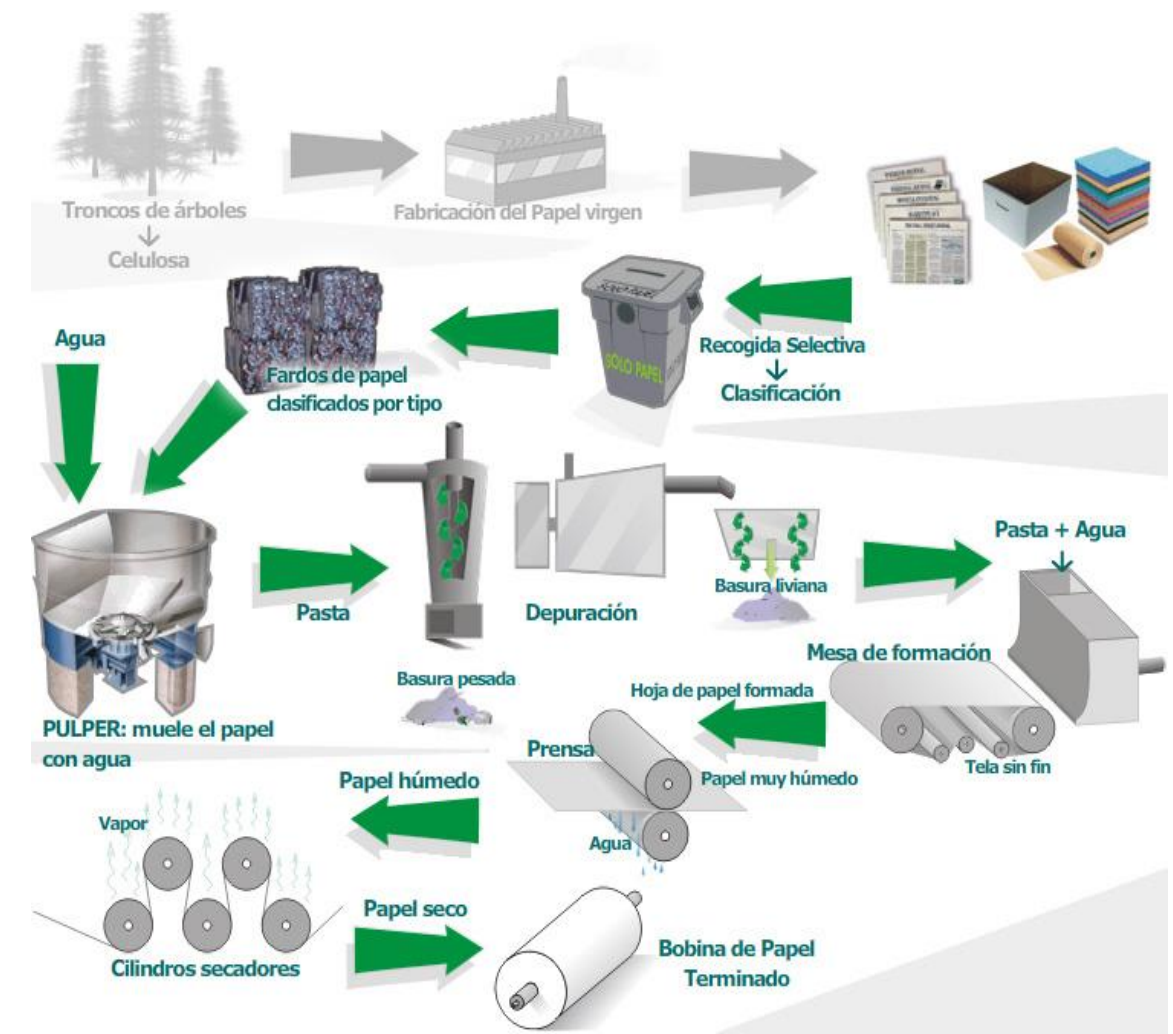


Figura 18. Operaciones unitarias del reciclaje de papel.

Fuente: COPSI

2.11.2. Reciclaje de vidrio

El vidrio es un material versátil, por ende, de igual manera genera un impacto ambiental positivo al ambiente, siempre y cuando sea reciclado. A diferencia de otros materiales, puede reciclarse casi en su totalidad y tiene la característica de que se reutiliza en reiteradas ocasiones sin que llegue a perder sus propiedades o las del producto a envasar (López, 2020).

López (2020) también añade que este proceso da inicio cuando se separa en la fuente de dicho material, en general es lo más importante dentro de todo aquel

proceso de reciclaje, porque cuando se separa desde la fuente (como los hogares, empresas, locales comerciales, etc.) existen menos probabilidades de que lleguen materiales aprovechables o reutilizables a los llamados rellenos sanitarios o vertederos, con esto se consigue que haya menos desperdicio.

López (2020) también menciona que, una vez llegado el vidrio a la planta de reciclaje, pasa a través de una banda transportadora que de manera automatizada remueve todo aquel elemento que no sea propio del vidrio, porque puede llegar a contaminar el proceso de reciclaje. Cuando se quiere eliminar elementos que contengan hierro, como lo podría ser, tapas de envases, la maquinaria cuenta con un imán que atrae estos elementos, de manera seguida, el vidrio es triturado y pasa a través de un proceso de tamizaje, de esta manera, se clasifica de acuerdo con su tamaño y con un equipo óptico se reclasifica de acuerdo con su color, en este mismo paso se da la eliminación de otros materiales que pudieran permanecer.

Puican et al. (2018) añade que una vez que se recogieron, son triturados formando un polvo grueso denominado *calcín*, que cuando es sometido a altas temperaturas en un horno, se funde para moldearse nuevamente en forma de botellas, frascos, tarros, etc. Las cuales tienen exactamente las mismas cualidades que lo anteriormente reciclado. Todo este proceso supone un ahorro de materias primas y de energía muy considerable.

En centros de acopio o reciclaje, antes se llevan a cabo algunas operaciones, como la separación de las fracciones extrañas, peso, molienda y limpieza; por tanto, existen varias etapas de reciclado de vidrio:

- Limpieza inicial, separación de tapas y separación por colores.
- Reducción del volumen mediante trituración o rotura y separación de tapas y anillos que no se hayan eliminado.
- Cribado
- Procesamiento final, puede darse dentro de hornos de cocción.

En la figura 9 se muestra a grandes rasgos el proceso de reciclado del vidrio.



Figura 19. Proceso de reciclaje del vidrio.

Fuente: Asociación Nacional de Fabricantes de Envases de Vidrio

2.11.3. Reciclaje de plástico.

Hablar del plástico de manera química es cuando se aplica a todas las sustancias que tienen una distinta naturaleza, de estas existen diferentes estructuras en las que

se presenta una ausencia de un punto fijo de ebullición, cuando reciben un cambio de temperatura logran propiedades físicas como flexibilidad y elasticidad, de las cuales se permite hacer un modelado para adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones. También existen sólidos llamados resinas, los cuales son plásticos hechos en base de gas natural o petróleo que se modifican de manera química (Bolaños, 2018).

López (2020) también menciona que el plástico por sus características de durabilidad, practicidad y bajo costo en su elaboración, entre otras características, su utilización comenzó en los años cuarenta, esto causó un consumo masivo que tuvo muchos fines y a causa de que este material es poco biodegradable, el cual le toma en descomponerse cientos de años, hoy se le ha catalogado como uno de los materiales más contaminantes, de aquí la gran importancia de reciclarlo.

Bolaños et al. (2018) añaden que este material se diferencia de los demás, por la relación directa entre la resistencia y la calidad, debido a que posee excelentes cualidades en el uso de aislamiento eléctrico y térmico, así como su buena resistencia a los disolventes, ácidos y corrosivos.

Existen diferentes tipos de plásticos, que tendrán un proceso de reciclaje específico. La clasificación principal se encuentra:

- *Plásticos termoplásticos*: este tipo de plástico se ablanda con el aumento de calor, puede ser moldeados, de manera que se le da una diversidad de formas y cuando se enfría mantiene sus propiedades iniciales y un endurecimiento. De esta manera, se considera que es un proceso que se puede repetir varias veces sin perder sus propiedades, por esto corresponde a más del 80% los plásticos que existen en el mercado.
- *Plásticos termoestables*: este tipo de plástico, de igual manera, se ablanda y se puede moldear al aumento de temperatura, una vez sucedido esto se genera una reacción química molecular en la que se altera su alineación; por tanto, cuando se endurece mediante un proceso de fraguado, no puede ser fundido de nuevo ni moldeado, por esta razón ocupa el 20% restante del mercado.

A continuación, se mencionan los principales tipos de plástico que pueden ser reciclados:

- *Polipropileno (PP)*: es el plástico que se utiliza para elaboración de tapas de botellas, algunos empaques flexibles de alimentos y envases de yogures, entre otros.
- *Polietileno de baja densidad (PEBD)*: principalmente lo encontramos en bolsas de supermercados o en las bolsas de las leches.
- *Polietileno de alta densidad (PEAD)*: se utiliza para la elaboración de envases de detergentes y lubricantes, entre otros.
- *Polietileno Tereftalato (PET)*: se utiliza principalmente para la elaboración de botellas de agua.
- *Policloruro de Vinilo (PVC)*: se utiliza en la fabricación de envases de champú, de aceites de cocina y tuberías para agua.
- *Poliestireno (PS)*: se utiliza en la fabricación de envases de un solo uso para bebidas calientes.

Luego de esto, existen códigos de la Sociedad de la Industria del Plástico (SPI), donde según Wilhelm (2008), una de las organizaciones más grandes del mundo para el desarrollo voluntario de normas como la ASTM International, propuso siete categorías en las cuales se clasifican los plásticos:

Código	Sigla	Nombre	Usos
	PET	Tereftalato de polietileno	Envases de bebidas gaseosas, jugos, jarabes, aceites comestibles, bandejas, artículos de farmacia, medicamentos, etc.
	PEAD	Poliétileno de alta densidad	Envases de leche, detergentes, champús, baldes, bolsas, tanques de agua, cajones para pescado, etc.
	PVC	Policloruro de vivillo	Tuberías de agua, desagües, aceites, mangueras, cables, imitación de piel y material de uso médico como catéteres, bolsas de sangre, etc.
	PEBD (LDPE)	Poliétileno de baja densidad	Bolsas para basura.
	PP	Polipropileno	Envases de alimentos, materiales para la industria automotriz, bolsas de uso agrícola y cereales, tuberías de agua caliente, envolturas para protección de alimentos, pañales desechables, etc.
	PS	Poliestireno	Envases de alimentos congelados, aislante para heladeras, juguetes, rellenos, etc.
	Otros	Resinas epoxídicas	Adhesivos e industria plástica; industria de la madera y carpintería; elementos moldeados como enchufes, asas de recipientes, etc., espuma de colchones, rellenos de tapicería, etc.

Figura 20. Códigos de la sociedad de la industria del plástico (SPI)

Fuente: elaboración propia.

Mencionados los diferentes plásticos que existen y su clasificación, podremos describir el proceso de reciclaje a grandes rasgos:

El proceso inicia cuando se recupera el material plástico una vez que está seco y vacío, el cual ya se depositó en los contenedores correspondientes. Cabe recalcar de manera importante que, el envase entre más limpio esté, será más sencillo a la hora de llevar el proceso de reciclar, esto evitará que los demás materiales plásticos se contaminen (López, 2020).

López (2020) añade que cuando llega a las plantas recicladoras todo aquel material plástico que se recolectó, será la materia prima para los procesos posteriores. Como primer paso, se clasifica el plástico y se retiran otros elementos como las

etiquetas o suciedad, entre otros, de tal manera, que se llegue a disminuir los reprocesos en las siguientes operaciones. En este proceso, de igual forma, se puede clasificar dependiendo del color del plástico y así, poder reducir la cantidad de pigmentos y colorantes necesarios. Después de esto, el material plástico es pasado a través de un proceso de trituración, la cual es por medio de cuchillas giratorias, para buscar que el tamaño del grano que genera el plástico llegue a ser homogéneo y que permita un manejo sencillo para los procesos que siguen.

Así triturado el plástico, pasa por medio de agua y unos agitadores para su respectivo lavado, este proceso sigue con la remoción de todas aquellas impurezas que pueda mantener el plástico, de manera seguida, el material continúa con el secado, este proceso se lleva a cabo dentro de una máquina centrífuga, que funciona como su nombre indica por la fuerza centrífuga, donde el material se va separando del agua y así, procede a estar eliminando las impurezas u otro material remanente. Seguidamente, el material de plástico se almacena en unos silos, con tal de homogenizar todo el material y después es pasado al proceso de extrusión, el cual es realizado por una máquina extrusora que, mediante la temperatura que se ejerza y su respectivo movimiento, el material que va pasando empieza a generar fricción y esto hace que se produzca una fundición en el plástico para crear una masa homogénea, dicha masa pasará por una etapa nueva de filtrado, para nuevamente remover todas las impurezas que aún puede llegar a tener (todo esto teniendo en cuenta que dicho material es reciclado y llega con otros materiales, los cuales pudieran contaminar el proceso), luego, se retira el material de la extrusora, que viene fundido en forma de filamentos, los cuales son introducidos en una tina para poder enfriarse y por una cortadora con cuchillas (también conocida como peletizadora) que cortan el plástico en granos en pequeñas dimensiones, llamados *pellets*, este tipo de producto finalizado se utiliza como materia prima en la nueva conformación de los productos hechos en plásticos. Los *pellets* son almacenados en sacos para su uso futuro.

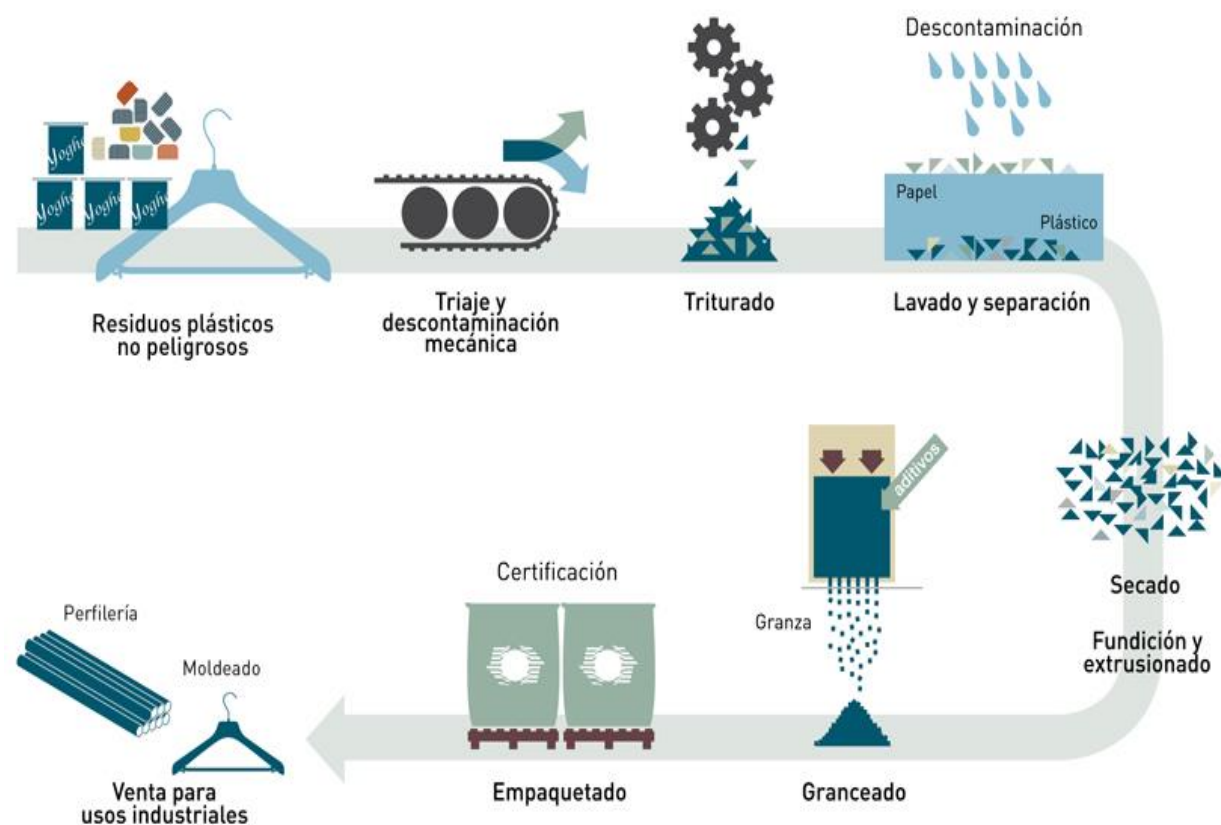


Figura 21. Operaciones unitarias del reciclaje de plástico.

Fuente: OPEMED

2.11.4. Reciclaje de metales

Cuando se habla de reciclaje de metales como lo pueden ser: hierro, aluminio, cobre, plata y principalmente acero, coloquialmente se le suele llamar "chatarra", esto contribuye de una manera sumamente grande al ambiente, así como ocurre con los demás materiales a la hora de reciclar; sin embargo, este tipo de reciclaje presenta una ventaja la cual es, que este no pierde sus propiedades; por tanto, se puede seguir reutilizando una infinidad de veces, en adición a esto, se disminuye la cantidad de energía y recursos que se necesitan para poder extraerlos de la naturaleza, por ende, disminuye considerablemente el costo de procesarlo en metales (López, 2020).

López (2020) añade, además que, para este tipo de materiales su proceso de reciclaje consiste principalmente en su recolección y envío posterior a la planta de

reciclaje, donde ahí se clasificarán dependiendo del metal, para luego triturarlo o fragmentarlo en un menor tamaño, para que sea posteriormente compactado y distribuido a las empresas fabricantes.



Figura 22. Proceso de reciclaje del aluminio

Fuente: HIDRONOR, Gestión y Tratamiento de Residuos

2.12. Tipos de plantas de reciclaje

Existen diferentes tipos de plantas de reciclaje en donde una infraestructura es destinada a la reutilización de materiales desechados, con base en esto se desarrolla bajo cinco líneas de tratamiento: acopio, separación, recuperación, reciclaje y valorización.

2.12.1. Planta de acopio de materiales reciclables

Gómez y Nina (2020) indican que este es un lugar de almacenamiento de manera temporal de los residuos recuperables, acá es donde son clasificados y

separados de acuerdo con su naturaleza en: plástico, cartón papel, vidrio y metales, para su pesaje, compactado, empaque, embalaje y posterior venta o disposición final correspondiente.

La planta de acopio tiene como finalidad realizar de la forma más adecuada, secuencial y detallada el manejo de residuos sólidos urbanos y peligrosos, de manera tal que, se cumpla con una eficiente y económica recolección, almacenamiento, separación y transporte de dichos residuos (Gómez y Nina, 2020).

2.12.2. Planta de transferencia

Zegarra (2018) aporta que estas plantas son instalaciones que se pensaron especialmente acondicionadas, en donde los camiones de recolección llegan para hacer la descarga de los residuos que no son peligrosos, dirigidos a camiones semitráileres con una capacidad mayor.

En dicho lugar se encuentra un pesaje en el cual los camiones recolectores y los semitráileres proceden a pesarse, con la finalidad de llevar un control de manera eficiente de los residuos que son descargados y transportados (Zegarra, 2018).

Añade, además que, esta actividad llega a evitar que se desplacen los camiones recolectores hacia rellenos sanitarios, lo cual dispone de un tiempo mayor para realizar el servicio de recolección, de esta manera, se logra garantizar una higiene mayor en el transporte de los residuos que se dirigen a su destino final (Zegarra, 2018).

2.12.3. Planta de Separación de Materiales Reciclables

Esta planta es un edificio encargado de la clasificación y recuperación de los materiales, de los residuos sólidos que vienen de los hogares antes de que pasen a las plantas de reciclaje y recuperación, en esta fase se lleva a cabo la separación según el tipo de material. En la planta de clasificación se contará con un lugar o elemento que servirá para desarticular las bolsas de residuos y ascenderlos por encima de cintas para la clasificación manual de los materiales orgánicos (Gómez y Nina, 2020).

2.12.4. Planta de Reciclaje y Recuperación

La planta de reciclaje y recuperación es un edificio en el cual se encuentran las funciones de descontaminación, limpieza y reutilización de residuos sólidos inorgánicos, donde tendrán resultados y condiciones idénticas a la de los materiales nuevos; por último, acá se convertirán en productos nuevos que serán más baratos y respetuosos con el medio ambiente.

El objetivo principal de la planta es obtener la separación de componentes reciclables (papel, vidrio, aluminio y plástico) de los residuos que puedan ser peligrosos en los hogares (patogénicos, latas de pintura, pilas, solventes). Para esto se trata de fomentar la reutilización de todos aquellos productos reciclables y de cualquier otro tipo. De manera tal que, se llega a maximizar los beneficios medioambientales en su tratamiento y llegar a evitar que sean susceptibles de provocar algún tipo de contaminación (Gómez y Nina, 2020).

La reducción de residuos inorgánicos, una vez que son reciclados, tiene los siguientes beneficios:

- Se reduce la cantidad de desechos que se llevan a los rellenos sanitarios, alargando su vida útil.
- Se reduce el consumo de nuevos desechos, evitando la contaminación en los basureros.
- Se reduce el consumo de materias primas, al aprovechar los materiales de los antiguos envases.



Figura 23. Ciclo de vida del producto

Fuente: Nuestro Futuro Común

2.13. Procesos para el tratamiento de los residuos

Zegarra (2018) adiciona que existen diferentes procesos unitarios utilizados en la separación de residuos, diseñados para que sus características se puedan modificar de manera física y así se llegue a separar de una manera más sencilla.

2.13.1. Recepción de Residuos

Los residuos que son transportados por los camiones compactadores una vez que se recogieron en los centros de acopio son depositados en una trinchera profunda. En este tipo de lugares o fosos, los residuos se organizan en diferentes compartimientos (comunes y/o segregados) y esto va a depender de si fueron o no seleccionados, luego se recogerán para que sean cargados en fajas transportadoras que los llevarán a sus siguientes etapas del proceso (Zegarra, 2018).

2.13.2. Reducción de tamaño

Los residuos en este proceso se va a reducir el tamaño de los materiales de una manera mecánica. Para esto se utiliza un término llamado trituración, con este podemos describir aquellas operaciones mecánicas en las cuales se reduce el tamaño. Con el objetivo de tener un producto final que sea uniforme y reducido de tamaño considerable a su forma original. Este proceso necesariamente no significa o implica una reducción en su volumen (Zegarra, 2018). Y se utiliza el siguiente equipamiento para realizar dicho proceso:

Molinos de martillo:

Este dispositivo se caracteriza por ser de impacto, de manera tal que se acopla de forma flexible a un número de martillos en un eje o disco central. Asimismo, cuando los residuos ingresan en este dispositivo son golpeados con una fuerza suficiente para aplastarse o rasgados.

Molinos batientes:

Este es bastante parecido al de martillos con la diferencia de que solo proporciona una trituración gruesa, debido a que los martillos están más separados. De manera operativa, son aparatos de un solo paso, al contrario que los martillos, donde el residuo permanece hasta que llega a pasar por medio de las aberturas de las parrillas que están en el fondo. Se suele utilizar como rompedor de bolsas.

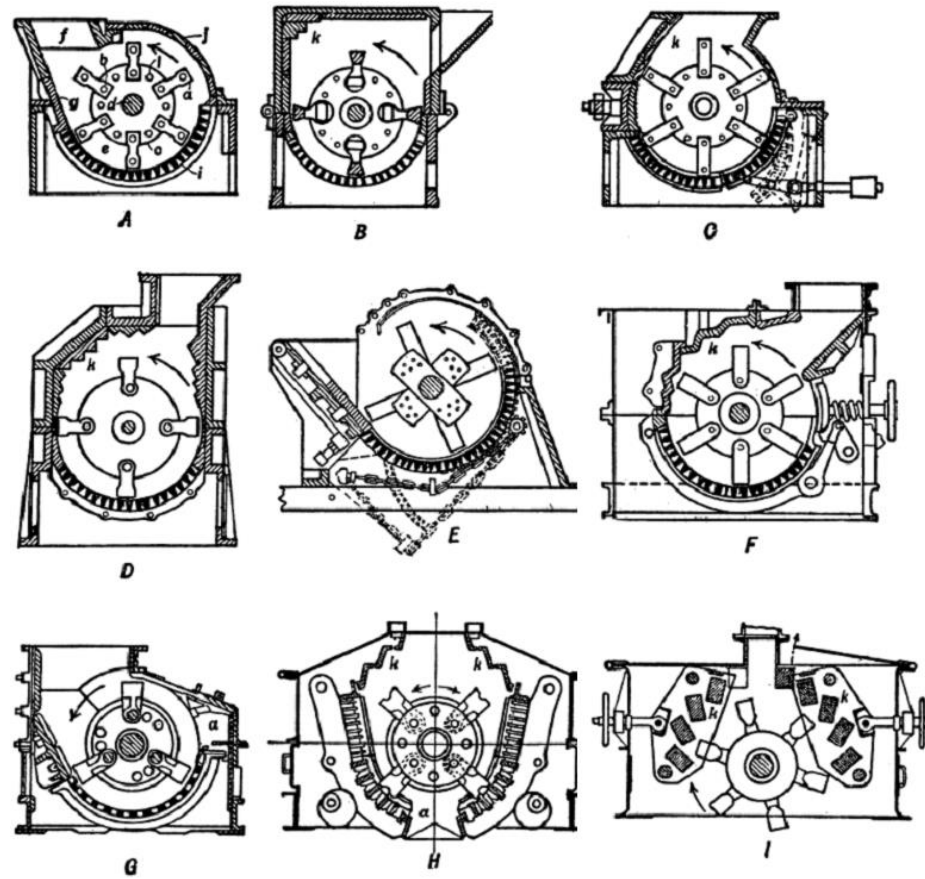


Figura 24. Molinos de Martillo Unidireccional y Reversible

Fuente: 911 Metallurgist

2.14. Requerimientos especiales de las maquinarias

Meneses (2012) nos dice que ante este proceso industrial en el que se requiere la utilización de maquinarias de gran tamaño para su desarrollo y a su vez, tomar en cuenta el dimensionamiento de los procesos, en consideración, se deberá tener sus dimensiones. De esta manera, aquellas máquinas que participan en el proceso, se presentarán sus dimensiones:

2.14.1. Cinta de separación manual

Se cuenta con una cinta transportadora en el proceso de separación manual, donde a lo largo de esta y de acuerdo con sus propiedades físicas, ópticas y químicas, los trabajadores seleccionan los materiales.

Las medidas estándares de las cintas transportadoras en su ancho son de 1.2m, aproximadamente; no obstante, su largo sí dependerá de la cantidad de residuos que se quiera clasificar con un largo máximo de 30 metros.

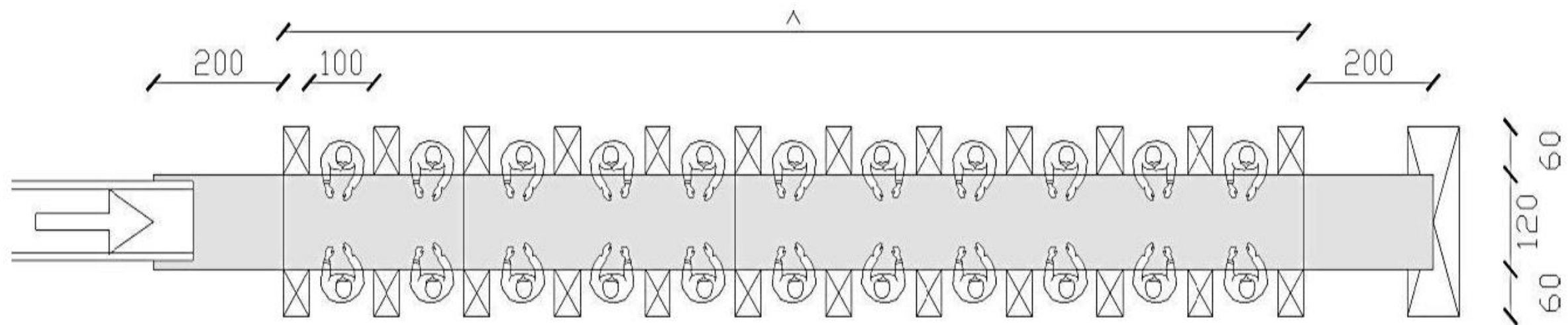


Figura 25. Dimensiones cinta transportadora

Fuente: tesis "Centro de valorización de residuos domiciliarios para su reciclaje" Elba Meneses Vega.

2.14.2. Máquina compactadora

El trabajo de la máquina compactadora es realizar el proceso de compactación de los materiales, así se reduce su volumen; el aluminio, el papel y el cartón corresponden a este proceso. Teniendo así que sus dimensiones van a variar dependiendo del volumen de tratamiento del centro. Se debe de considerar el tipo de máquina compactadora, dependiendo de las dimensiones del proyecto:

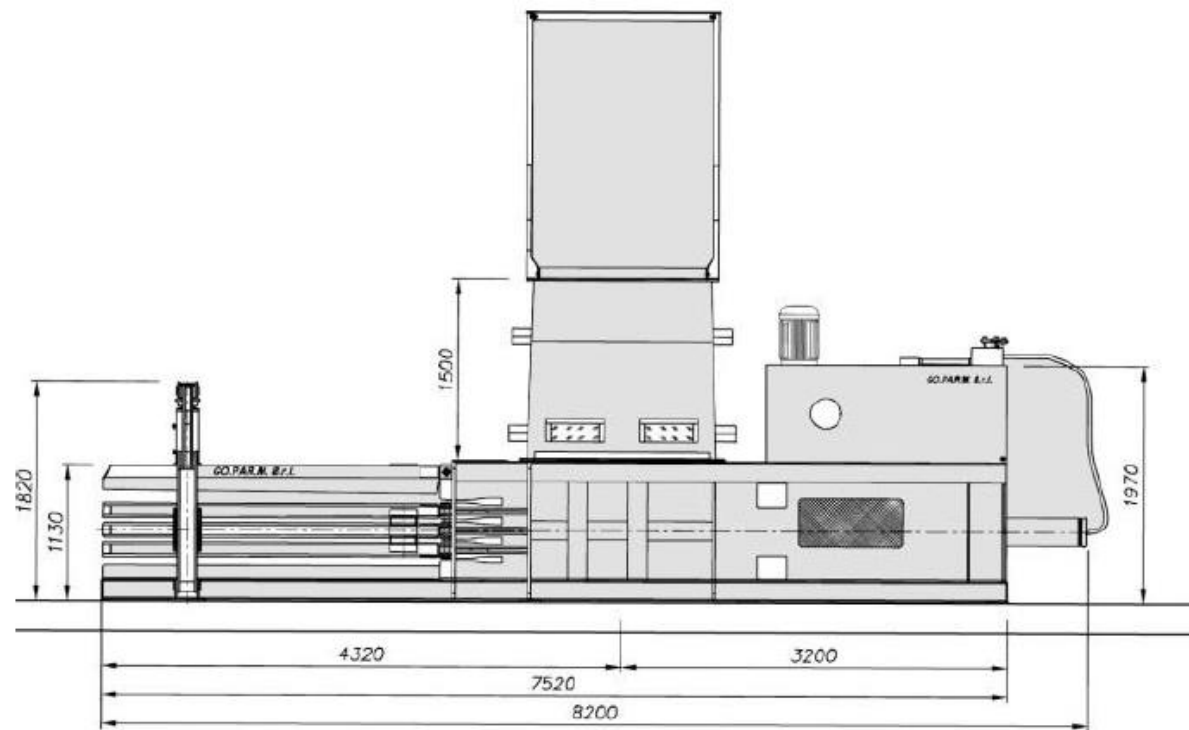
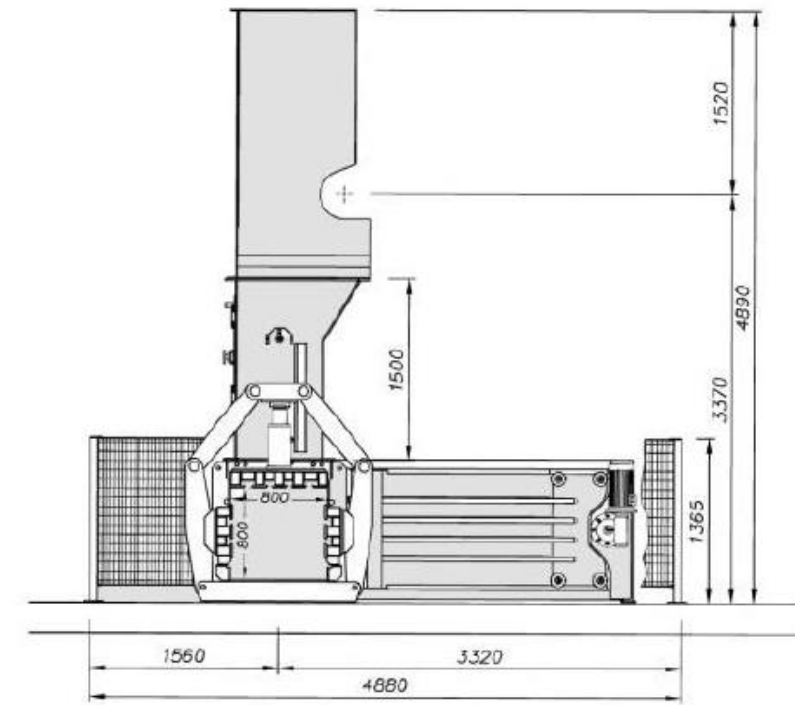
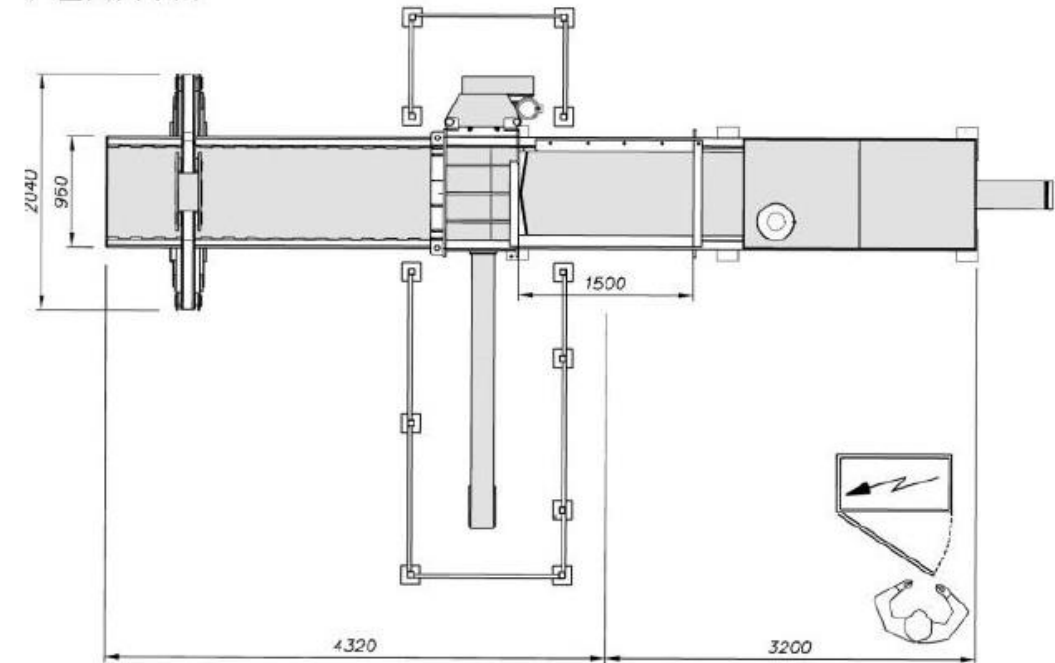


Figura 26. Dimensiones Máquina Compactadora

Fuente: tesis "Centro de valorización de residuos domiciliarios para su reciclaje" Elba Meneses Vega.



PLANTA



2.14.3. Máquina Trituradora

Esta maquinaria se utiliza en el proceso para triturar algunos materiales, como vidrios y plásticos, así se facilita su posterior limpieza y secado. En general, las dimensiones de una máquina trituradora son:

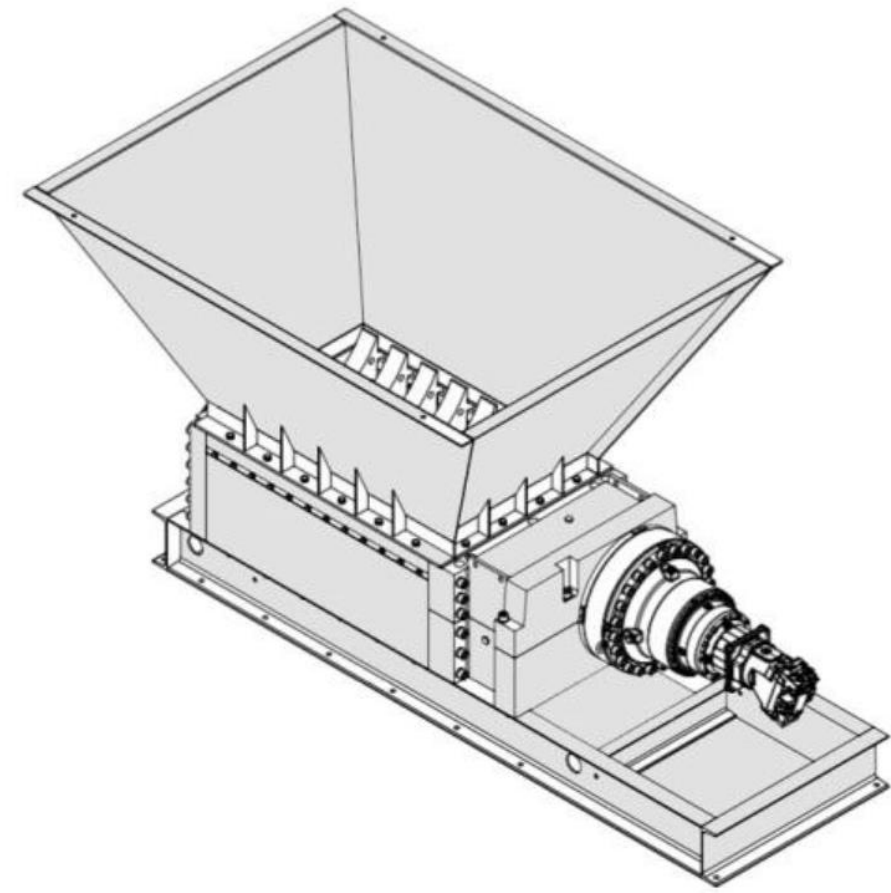
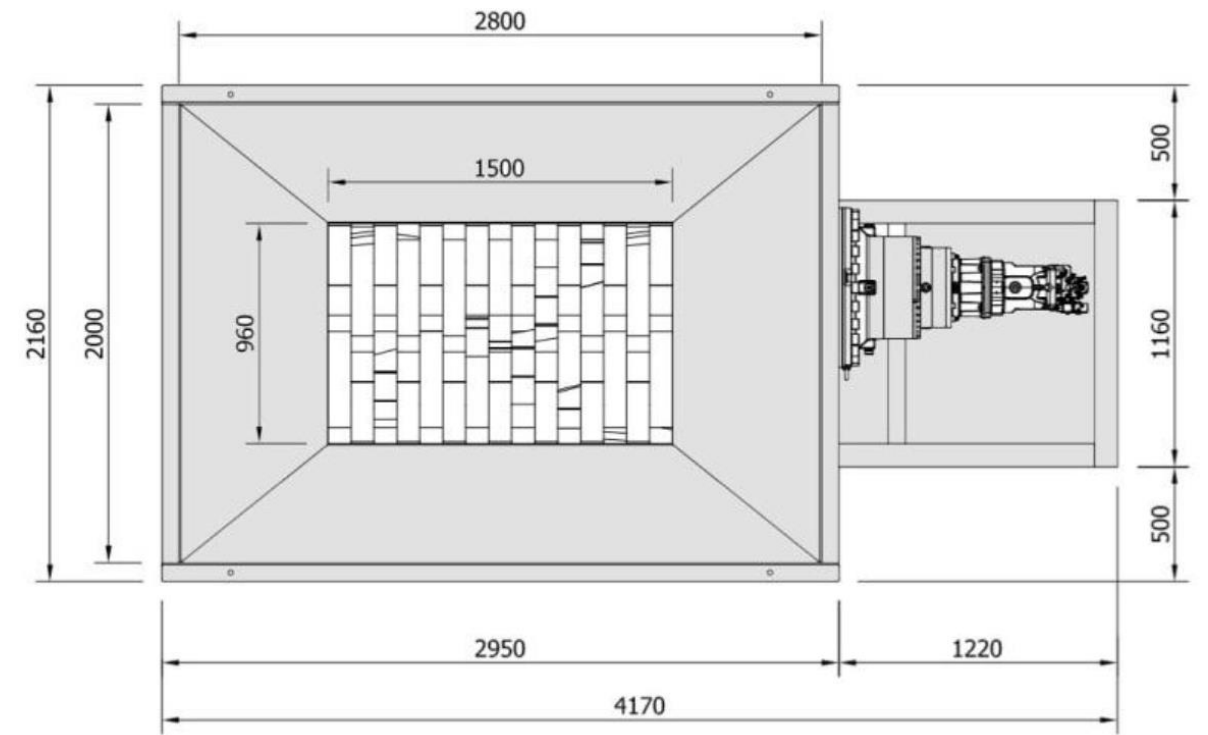
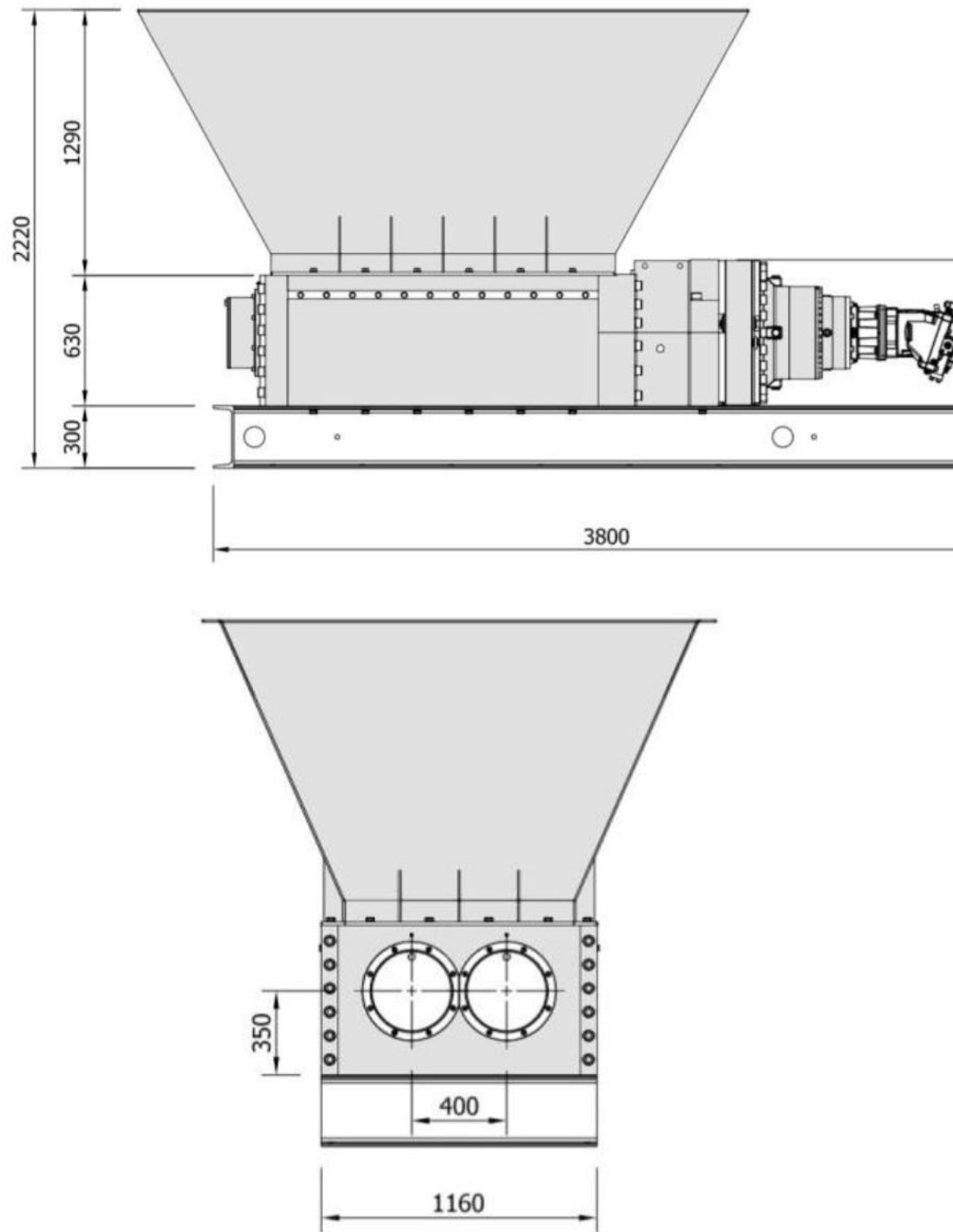
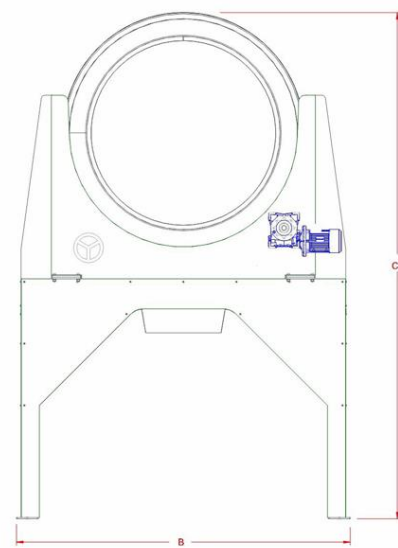
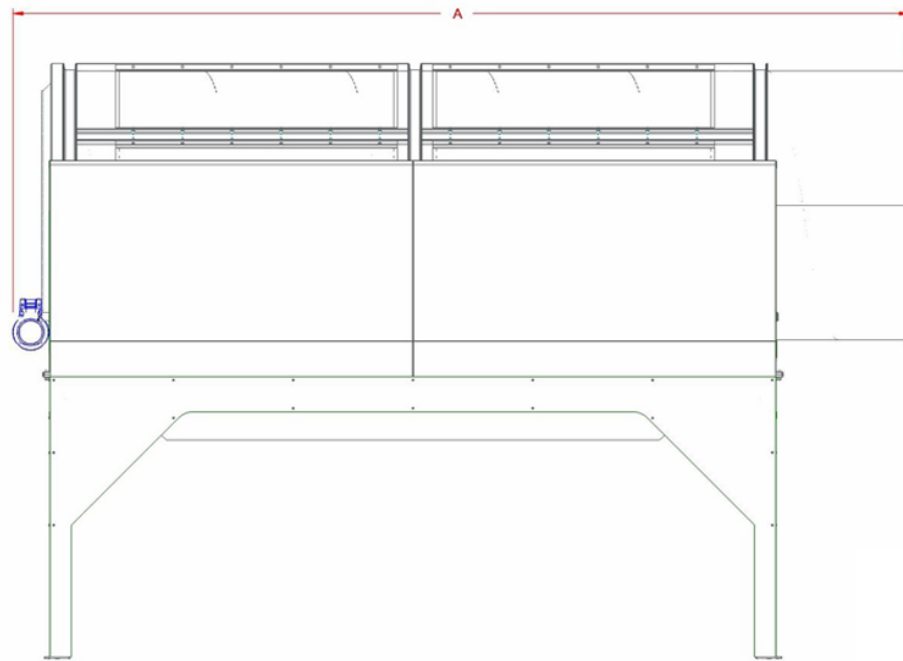


Figura 27. Dimensiones Máquina Trituradora.

Fuente: tesis "Centro de valorización de residuos domiciliarios para su reciclaje" Elba Meneses Vega.

2.14.4. Trommel

Es un cilindro horizontal con malla, empleado para el tratamiento de los materiales de plástico de diferentes tipologías. De manera tal que, parte de los contaminantes son removidos a través de una criba agujerada, la cual se puede intercambiar según el material que se requiera tratar. Las dimensiones varían según el modelo y la empresa que los fabrica.



Modelo	A		B		C		KW
	mm	inch	mm	inch	mm	inch	
TRF 1300	3300	130	1600	63	2800	110	1,5
TRF 2000	6800	268	2200	87	5250	207	5,5
TRS 2000	6300	248	2200	87	2800	110	4



Figura 28. Trommel

Fuente: TECNOFER

2.14.5. Prensa

Estas prensas sirven en el obraje de grandes recuperadoras y su función es la del embalaje de materiales que pueden llegar a ser hostiles, residuos voluminosos, neumáticos y materiales elásticos.

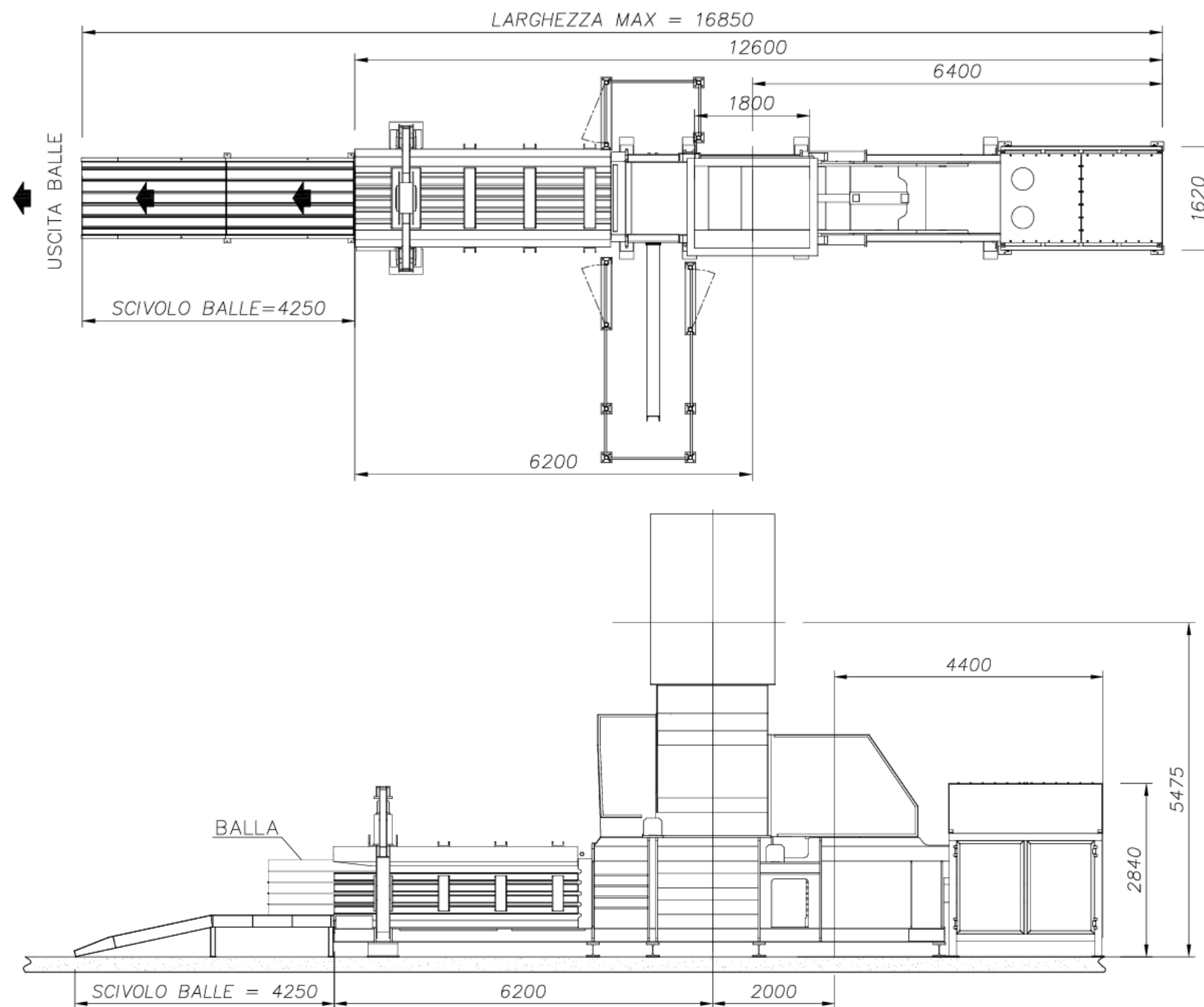


Figura 29. Prensa

Fuente: Coparm

2.14.6. Criba

El material cae en la criba en un fondo inclinado y rotativo que, por el movimiento de rotación, transmite un pulso y genera un movimiento de vuelo contrario de las partes individuales, en esta fase, estas partes se comportan de manera diferente, las fracciones ligeras (planas y finas), tales como papel, cartón de tamaño mediano, películas de plástico, textura y demás, se lanzan hacia la parte superior, a lo largo de las trayectorias planas y bajas, y se transportan por el movimiento de rotación de la base hacia la parte superior de la máquina en la dirección de la tolva superior, equipada para las fracciones ligeras; por su parte, las fracciones pesadas (cúbicas – sólidas) se lanzan hacia la parte superior por el movimiento del fondo y se transportan de la posición inclinada de lo mismo a una posición de vuelo dirigida hacia la parte inferior de la máquina, donde se coloca la tolva de descarga.

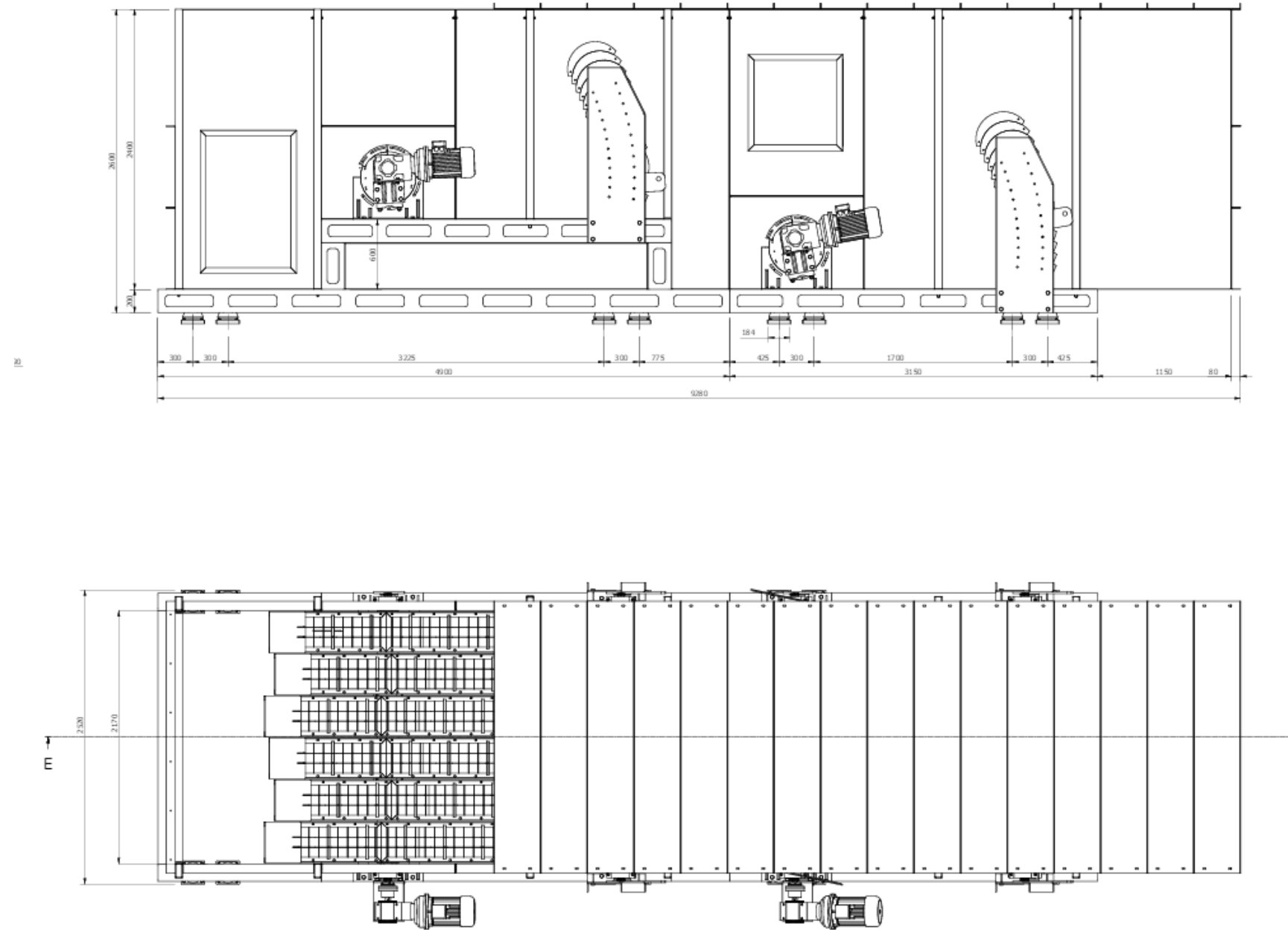


Figura 30. Criba

Fuente: Coparm

2.14.7. Máquinas Cizalla Guillotina

La máquina cizalla guillotina tiene como función la recuperación de papel, en la cual se requiere de reducir el tamaño de los rodillos de papel, con el fin de facilitar en gran medida el consiguiente trabajo de los trituradores u otras máquinas con diferentes propósitos de tratamiento.

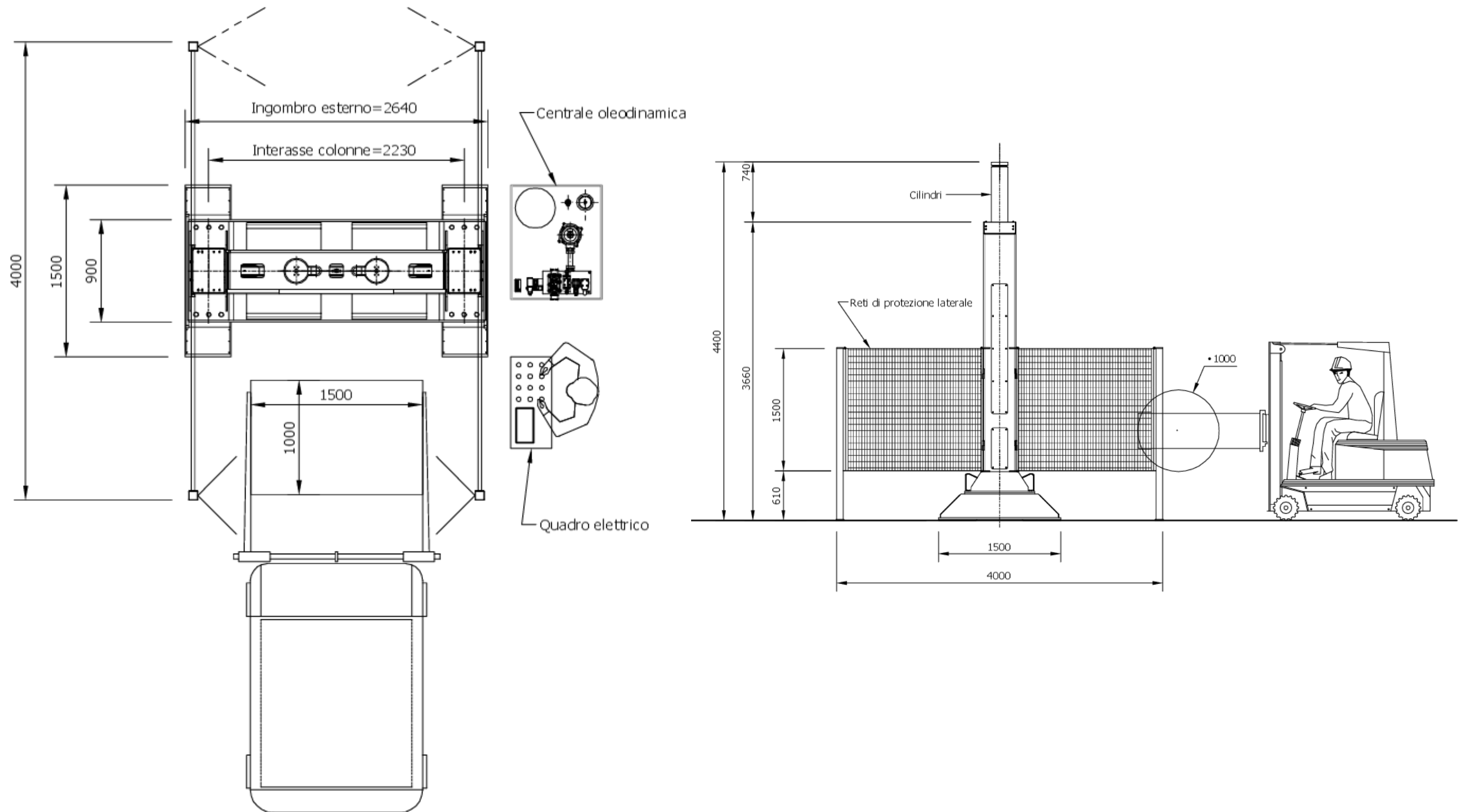


Figura 31. Máquina Cizalla Guillotina.

Fuente: Coparm

2.15. Casos de estudio

2.15.1. Proyecto Valorización y Eliminación R. S. U. en

Algimia

Ubicación: Valencia, España

Arquitecto: Juan Marco

Área: 17 328 m²

Año: 2005

Es un proyecto arquitectónico y paisajístico diseñado con el objetivo de crear una estructura continua, en la cual se desarrolle el programa de necesidades de una instalación de valorización y eliminación de residuos urbanos, de manera tal que, este asuma responsablemente, el impacto medioambiental, generando una relación fluida y sensible natural-artificial.

La estrategia de proyecto ha sido, pues, la aproximación paisajística al problema. Se decide prescindir del obsoleto esquema “naves industriales articuladas y edificio de oficinas singular”, unificando todo el conjunto heterogéneo de procesos de selección y procesado de la basura, almacenaje, oficinas, etc., bajo una única cubierta, concebida en continuidad con el paisaje y de manera orgánica, cuya artificial materialidad pueda percibirse en dialogo con la naturaleza (Juan Marco Arquitectos, 2016, párr. 2).

El diseño del edificio alberga procesos de selección y procesado de la basura, almacenaje, oficinas, etc., bajo una única cubierta, la cual se pensó en continuidad con el paisaje y que sea de manera orgánica, cuya artificial materialidad pueda percibirse en dialogo con la naturaleza.

Con el antecedente estudiado, nuestro proyecto analizará su factibilidad relacionada con un análisis de procesos para así, poder tener los mismos buenos

resultados en el tratamiento de los residuos, para que permitan el mayor porcentaje de recuperación y un menor porcentaje de rechazo de residuos.

Una de las estrategias que hacen bien en el proyecto y lo que sirve como implementación a la presente investigación es lo relacionado con las áreas de recepción y descarga de los residuos en naves cerradas con renovación de aire, de igual manera, cómo las líneas de pretratamiento automatizado y las líneas de separación o selección de subproductos de la fracción seca y separación automática diferenciada de cada tipo de material (*pet, pead, brick, cartón, papel, etc.*). Así como la realización de funciones de concienciación y educación ambiental fundamental para nuestro futuro.



Figura 32. Vista del Proyecto.

Fuente: juanmarcoarquitectos.net



Figura 33. Vista en planta.

Fuente: juanmarcoarquitectos.net

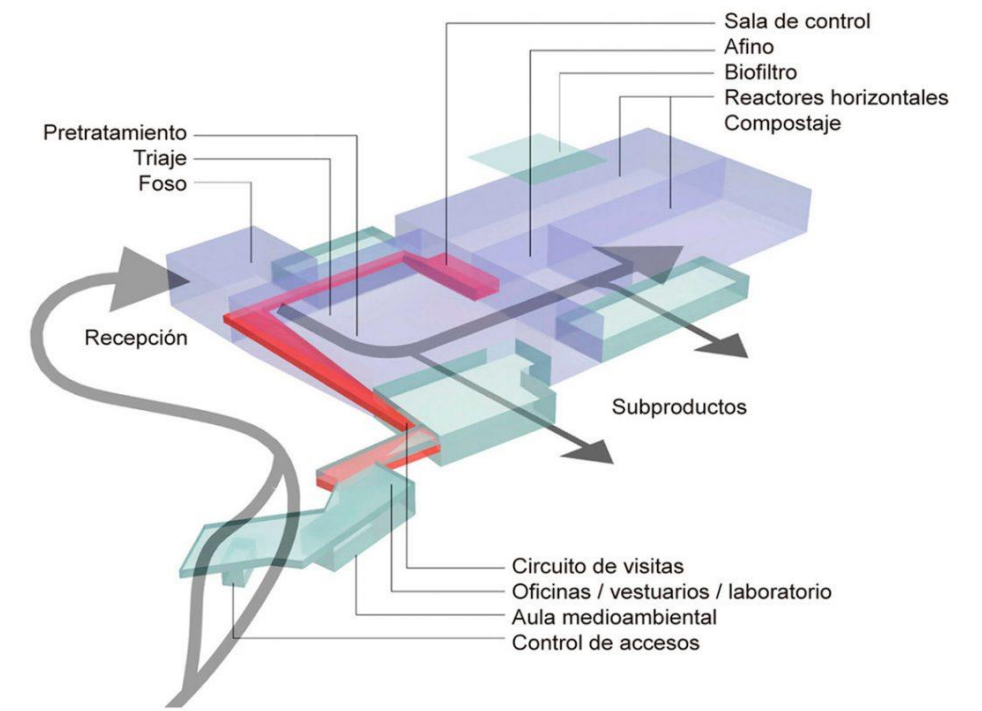


Figura 34. Circulaciones.

Fuente: juanmarcoarquitectos.net

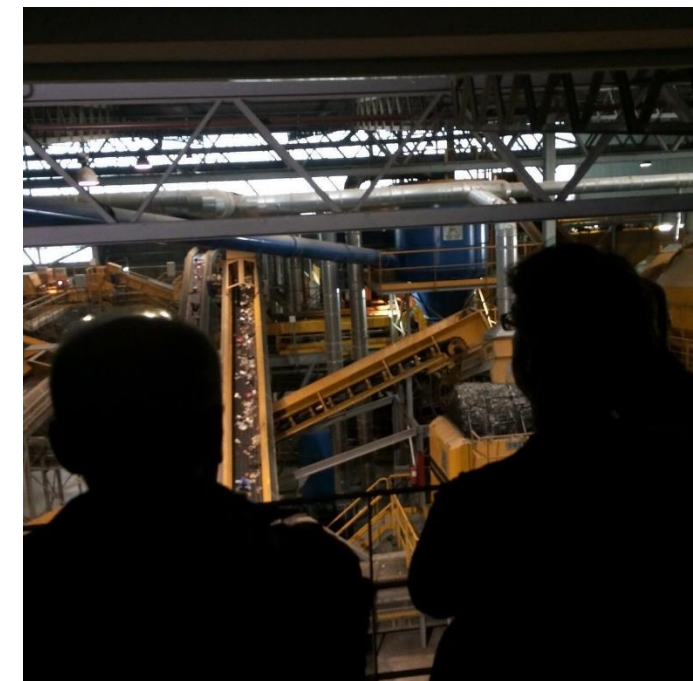


Figura 35. Vista de la planta.

Fuente: juanmarcoarquitectos.net


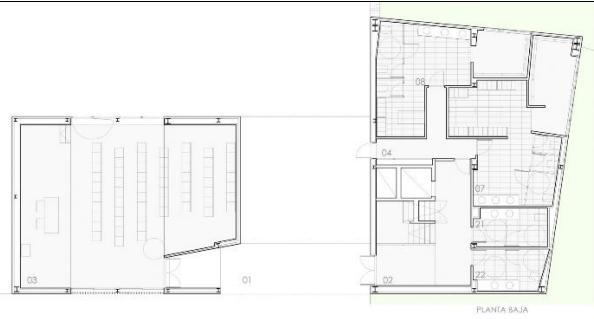
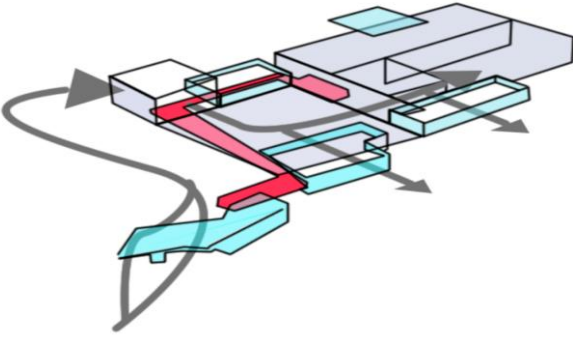
Variables	Explicación	Diagrama
Parte constructiva	La instalación utiliza materiales que tienen una vida útil de veinte años, una vez pasado este tiempo se podrá reciclar como equipamiento o desmantelarse, reciclando sus componentes, los cuales son de bajo precio, industrialización, prefabricación y reciclaje.	
Espacio de enseñanza	Este proyecto posee un aula medioambiental, la cual cuenta con un recorrido con visitas aéreas, anulando así cualquier problema con las circulaciones de los vehículos, sino también, del paisaje industrial de la nueva estructura y del nuevo paisaje surgido de la relación entre ambos.	
Circulaciones	El diseño de este proyecto toma en cuenta las circulaciones exteriores por donde se entra en la nave, que fue resuelta por pasarelas cerradas herméticamente, pero con ventanas en todo su desarrollo, de esta manera, se permitirá ver todo el proceso de reciclaje de la basura.	

Tabla 1. Proyecto Valorización y Eliminación R. S. U. en Algimia.

Fuente: elaboración propia.

2.15.2. Planta de Tratamiento de Residuos

Ubicación: Vacarisses, España

Arquitecto: Batlleiroig, Enric Batlle Durany, Joan Roig i Duran – Arquitecto

Área: 45 000 m²

Año: 2010

Este proyecto es de gran tamaño, pero pese a esto, con las instalaciones de la planta se pretendió lograr una integración más horizontal relacionada con el paisaje. Con esto se logró una fuerte adaptación topográfica, donde el impacto de los techos y fachadas se minimiza por la restauración del paisaje posterior.

Justificación: este emplazamiento estaba ocupado por las instalaciones de un depósito controlado de residuos al límite de agotar su capacidad. Este hecho provocó que la entidad gestora del depósito controlado considerase necesario regular su clausura y estudiar los posibles usos futuros de la zona. La elección del emplazamiento del CTR se realizó teniendo en cuenta criterios de idoneidad logística y económica, así como de minimización de la incidencia ambiental que comporta la instalación y explotación de las actividades relacionadas con la gestión de los residuos (Batlleiroig Arquitectura).

Esta construcción cuenta con dos áreas bien definidas: donde la primera es para los comerciantes mayoristas y la otra para los minoristas. En ambas áreas se puede depositar los residuos orgánicos e inorgánicos de forma separada y con la utilización de cintas de transporte, estos son llevados hasta una cabina de selección donde son separados por categorías.

Este caso de estudio presenta pautas interesantes que se pueden utilizar en el diseño de la planta de tratamiento. Se destaca la utilización de las aguas, las cuales provienen principalmente de la recolección de lluvia. El uso de esta estrategia en el proyecto ayudará a que este sea un proyecto más sustentable.

El proyecto contempla la construcción de dos grandes áreas de tratamiento bajo un techo de gran tamaño, dichas áreas están separadas por un camino de entrada y son de distintas alturas y se sientan a distintos niveles. El uso de esta estrategia se utilizará en la cubierta, debido a que cambia su geometría de acuerdo con los programas y las dimensiones proceso.



Figura 36. Vista de la Planta.

Fuente: ArchDaily.co



Figura 37. Vista Cubierta

Fuente: ArchDaily.co

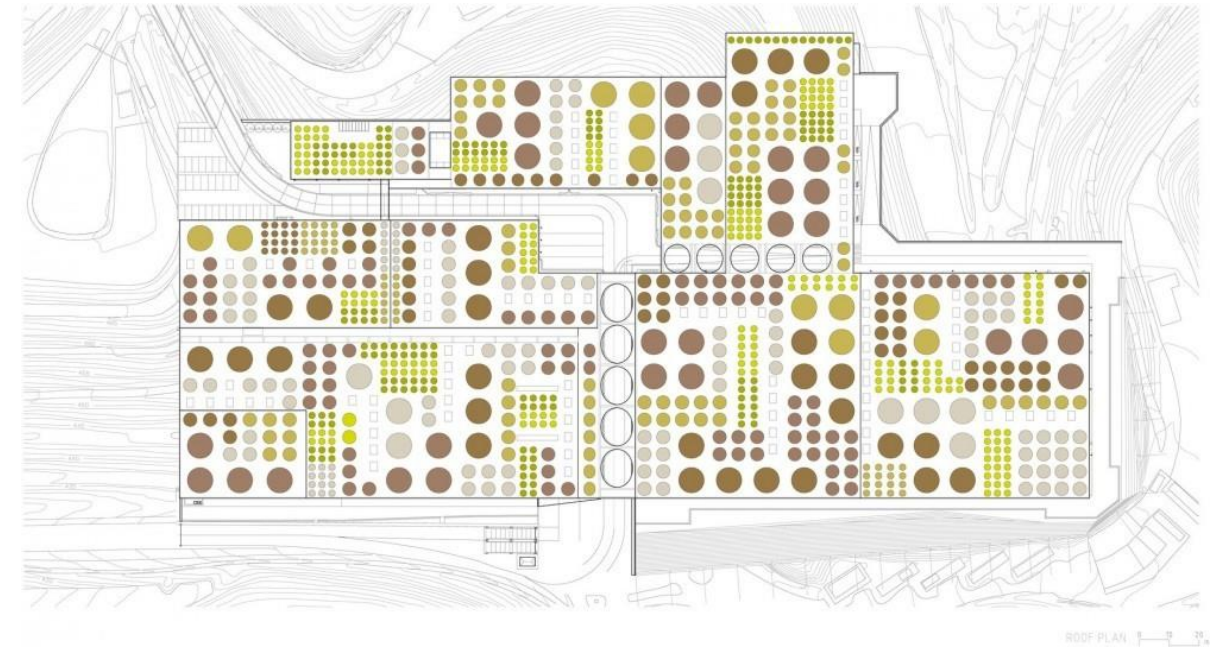


Figura 39. Planta de cubierta.

Fuente: ArchDaily.co

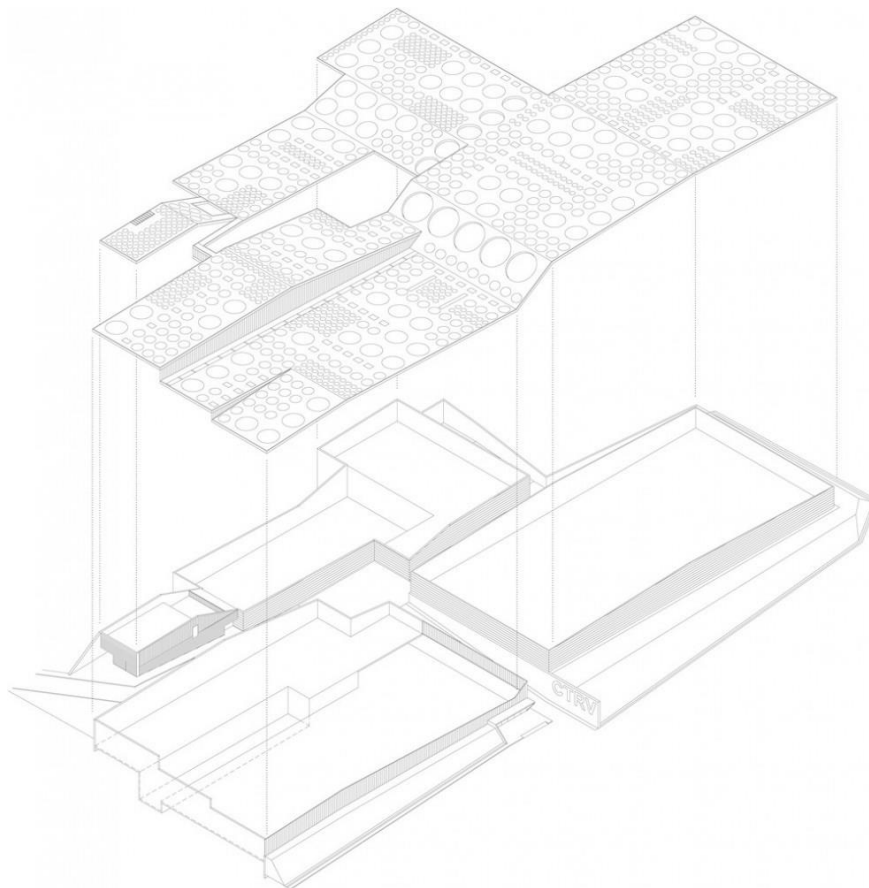


Figura 38. Axonometría Explotada.

Fuente: ArchDaily.co

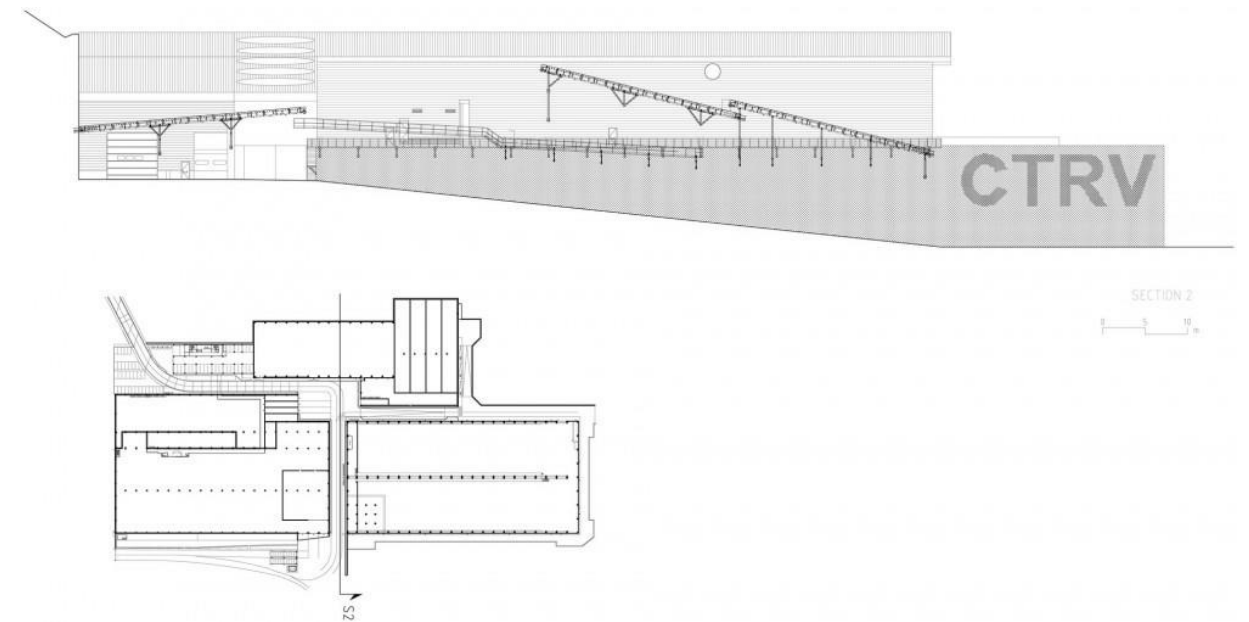


Figura 40. Sección.

Fuente: ArchDaily.co

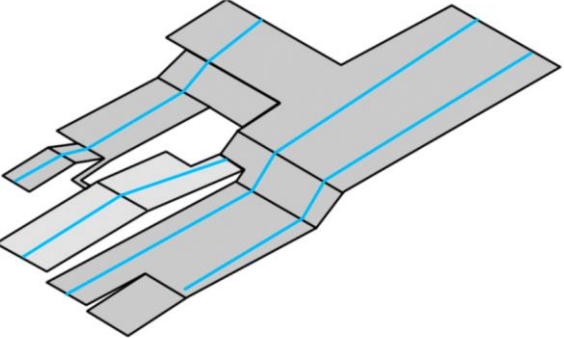
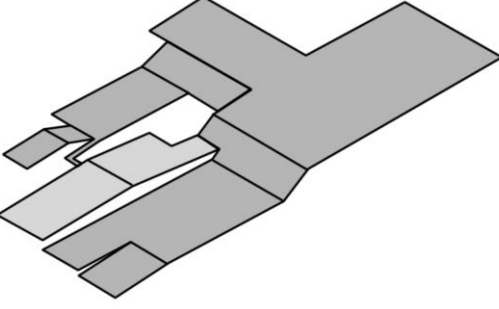
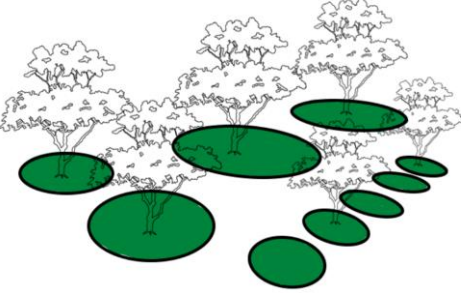
Variables	Explicación	Diagrama
El aprovechamiento de aguas	El edificio utiliza el agua y la energía generada por la propia planta. De manera tal que, el agua proviene principalmente de la recolección de la lluvia y con respecto a la energía, se obtiene a partir del biogás, la cual es generada por los residuos encontrados en los vertederos vecinos de Coll Cardús.	
Geometría	Este proyecto cuenta con dos áreas de gran tamaño, están separadas por un camino de entrada, son de diferentes alturas y se ubican en diferentes niveles, de esta manera, el techo cambia su geometría en función de su programa.	
La vegetación	Existen diferentes círculos que contienen tierra, grava y las cubiertas vegetales y arbustos nativos. Así, con el paso del tiempo, se conseguirá equilibrar el impacto de la instalación sin recurrir al camuflaje o mimetismo.	

Tabla 2. Planta de tratamiento de residuos.

Fuente: elaboración propia.

2.15.3. PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS "LOS HORNILLOS"

Ubicación: Valencia, España

Arquitecto: Israel Alba

Área: 70 576 m²

Año: 2012

Este es un proyecto de servicio público, el cual tiene como finalidad, reciclar y a su vez, concientizar al público, a través de un diseño de instalaciones que minimice el impacto ambiental, tanto desde el punto de vista funcional como estético, con el entorno circundante, optando que todos los procesos se desarrollen en naves cerradas con captación de olores y posterior tratamiento de este aire y de esa manera, no generar emisión de malos olores.

Un lugar para estudiar, comprender y contemplar la sociedad contemporánea, a modo de observatorio. Los elementos del entorno como la topografía, la escala, los colores y las texturas se utilizan como fuente de inspiración, respondiendo al mismo tiempo, con precisión y rigor a un programa funcional complejo con una idea sencilla y una imagen unitaria, estableciendo una intensa relación entre paisaje y tecnología. El proyecto construye un fragmento de ciudad a través de una pequeña plaza de acceso, un lugar público de encuentro y de reunión para trabajadores y visitantes, donde el agua y la vegetación conformada por naranjos autóctonos, adquieren gran importancia (Alba, 2012).

Este proyecto es de relevancia para el presente trabajo investigativo, debido a que un punto fundamental en el diseño de este proyecto es la minimización del impacto ambiental y su integración, por ese motivo, se utilizará una estrategia similar desde el punto de vista funcional como estético, con el entorno circundante, cuidando así su arquitectura y optar por la eliminación de olores a su contexto inmediato con naves cerradas diseñadas con captación de olores y su posterior tratamiento del aire y en el diseño para la maximización de los productos desechables.



Figura 41. Vista de la fachada.

Fuente: ArchDaily.co

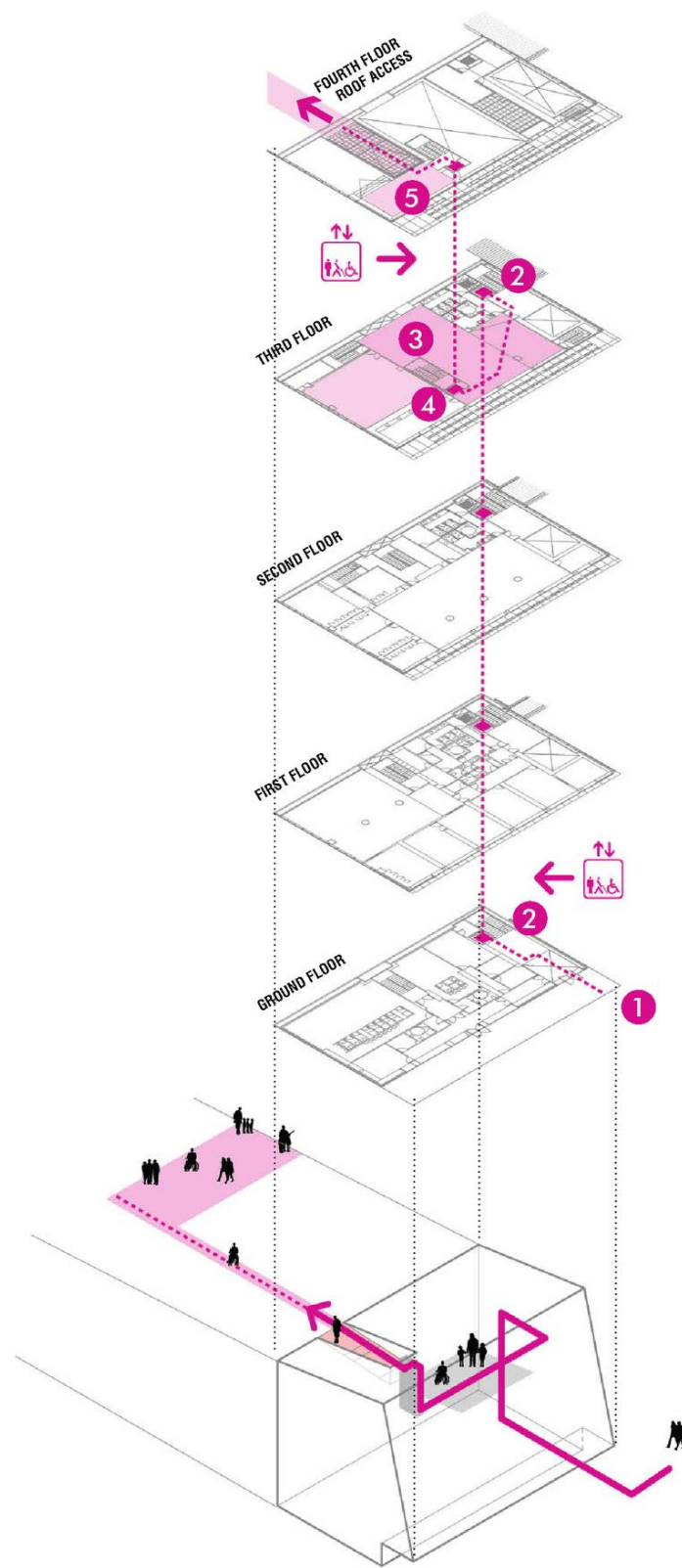


Figura 42. Detalle de circulaciones.

Fuente: ArchDaily.co



Figura 43. Planta de distribución.

Fuente: ArchDaily.co



Figura 44. Vista general de la planta.

Fuente: ArchDaily.co

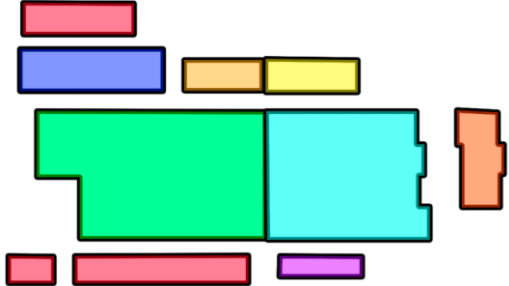
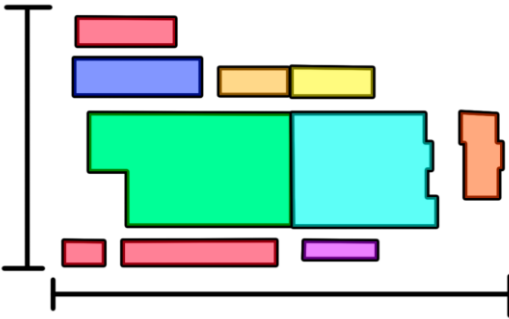
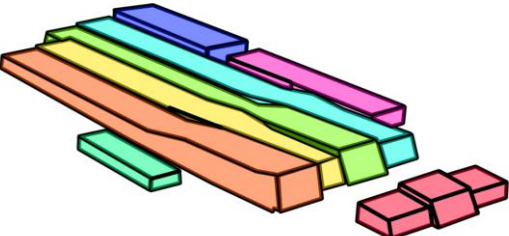
Variables	Explicación	Diagrama
Distribución de espacios	Este proyecto cuenta funcionalmente con un control de pesaje, áreas auxiliares, como servicios y oficinas administrativas, un área educativa, mirador hacia el área de trabajo.	
Constructivo	Cuenta con una organización espacial previa a la construcción del edificio donde se plantea una cuadrícula ortogonal de 30 x 10 metros para una fácil adaptación al sistema constructivo con materiales metálicos.	
Composición volumétrica	Se inicia con un patrón de campos de cultivos y huertos, de esta manera, los volúmenes se diseñaron organizando de acuerdo con los espacios exteriores, así se encuentra organizado conforme con las necesidades que necesiten.	

Tabla 3. "LOS HORNILLOS".

Fuente: elaboración propia.

2.15.4. Instalación de recuperación de materiales de Sunset Park

Ubicación: Nueva York, Estados Unidos

Arquitecto: Selldorf Architects

Área: 4267.2 m²

Año: 2014

Este proyecto es una instalación de recuperación de materiales de Sunset Park, en este centro se lleva a cabo el procesamiento de materiales reciclables de metal, vidrio y plástico. El plan maestro organiza los edificios para respaldar la funcionalidad, crea distintos sistemas de circulación para separar de manera segura a los visitantes de las operaciones y agrega dos acres de plantaciones nativas.

El Centro de Educación es una de las características más singulares del proyecto. La estructura contiene programas para niños en edad escolar y el público, incluidas aulas, exhibiciones y demostraciones interactivas. Un elemento clave del diseño es un puente de acero que conecta este Centro con una plataforma de observación dentro de la instalación de procesamiento. La plataforma de visualización permite a los estudiantes y visitantes ver el proceso de reciclaje en acción (ArchDaily, 2014, párr. 3).

El centro de educación contiene en esta estructura, programas para niños en edad escolar y el público, incluidas aulas, exhibiciones y demostraciones interactivas. Cuenta con medidas sostenibles, las cuales incluyen la mayor aplicación de energía fotovoltaica en la ciudad de Nueva York, una turbina eólica que genera el 15 % de la energía de la instalación y *bioswales* para la gestión de aguas pluviales.

Este proyecto comprende aportes interesantes para el proyecto, como este centro de educación, debido a que es un aspecto que se pretende utilizar en el presente trabajo de investigación para contener programas para estudiantes y el público en general, de igual manera, se estudia las aulas, centro de exhibiciones y

demostraciones interactivas, como elemento distintivo se tiene el diseño de un puente de acero que conecta el centro educativo con la planta y poder observar los procesos.

Otro elemento como estrategia por utilizar es, que el edificio cuenta con distintas estrategias sustentables, un aspecto para utilizar en el proyecto; por lo tanto, se desarrolla el tema del uso de la energía solar y la recolección de aguas llovidas.

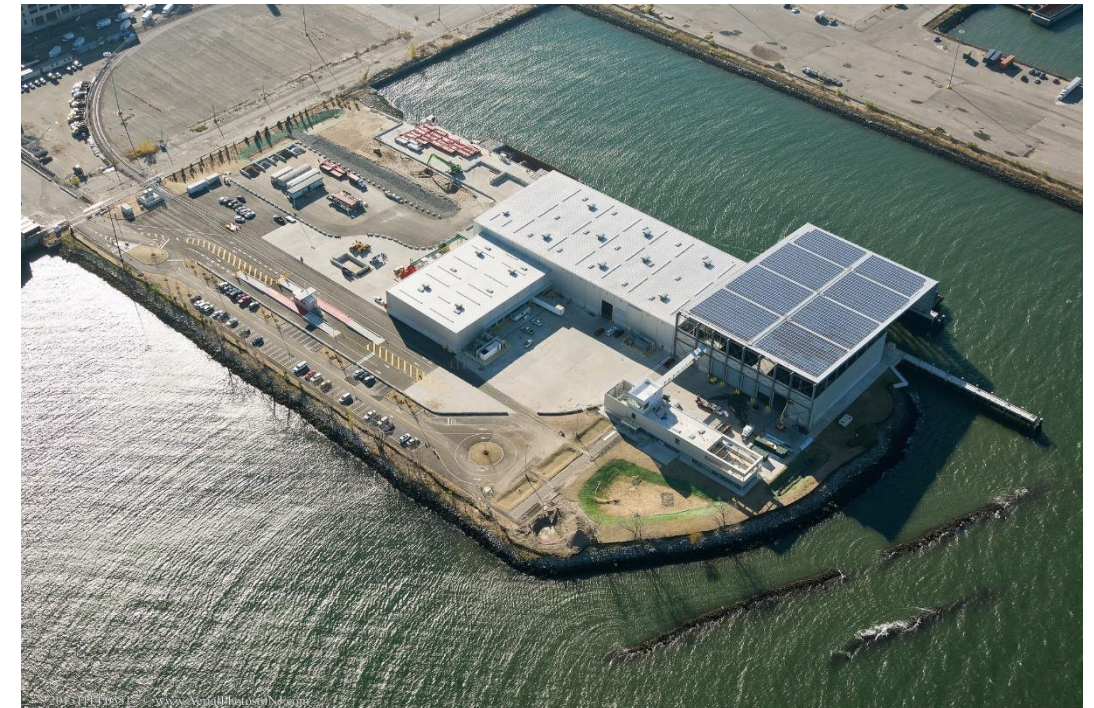


Figura 45. Vista general.

Fuente: ArchDaily



Figura 46. Vista Puente.

Fuente: ArchDaily



Figura 47. Vista Lateral.

Fuente: ArchDaily

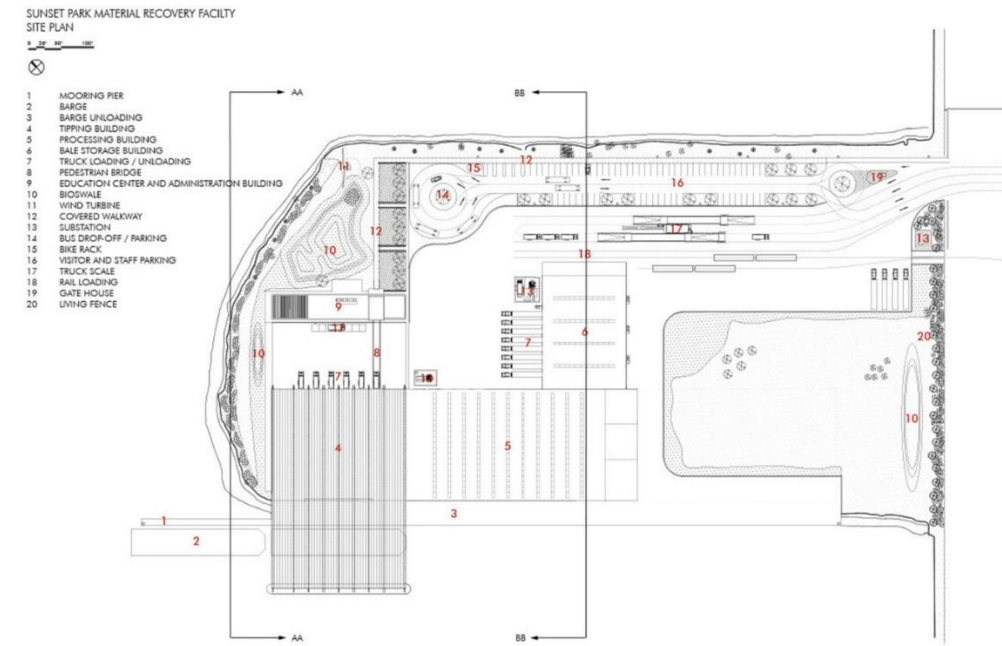


Figura 48. Vista en planta.

Fuente: ArchDaily

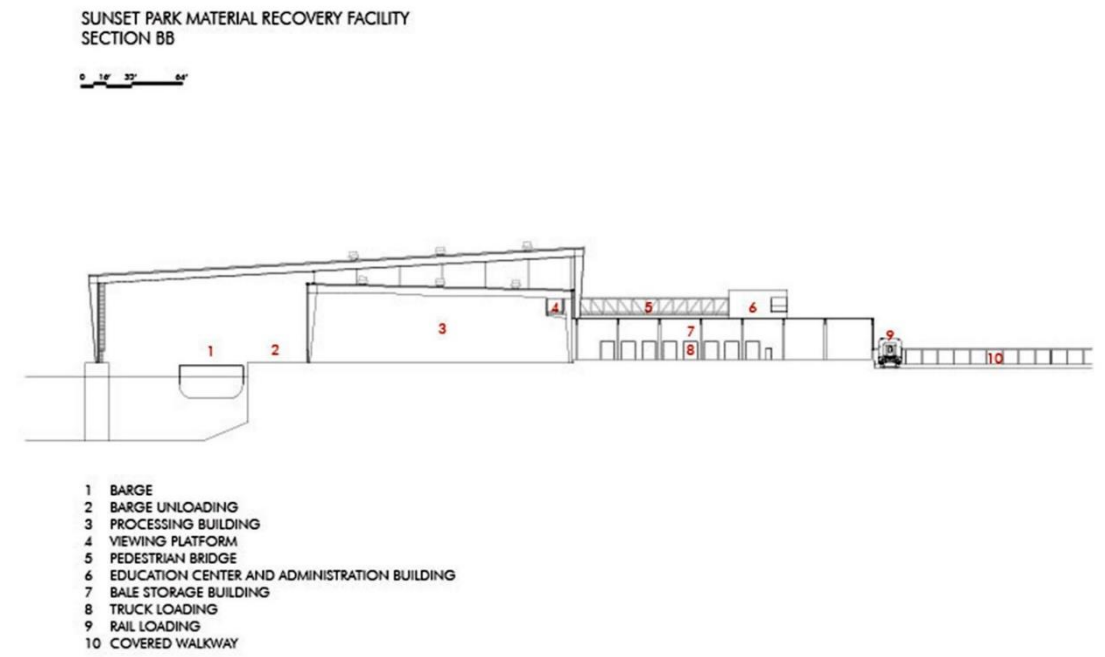


Figura 49. Sección.

Fuente: ArchDaily

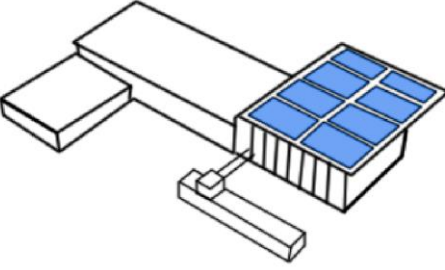
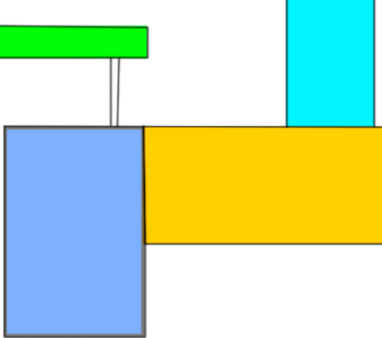
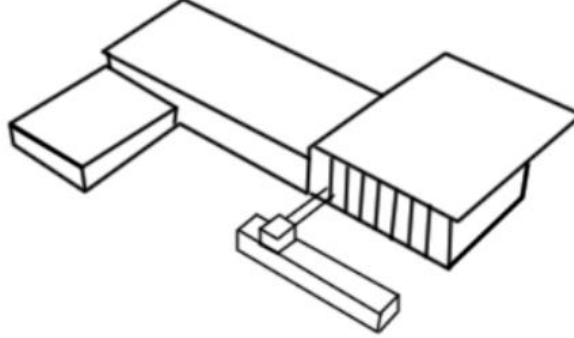
Variables	Explicación	Diagrama
Estrategias pasivas	El diseño del edificio incorpora muchas estrategias de sustentabilidad, como el uso de la energía solar, la recolección de aguas llovidas y el uso de la energía eólica para la generación de electricidad.	
Espacios	Cuenta con un puente que conecta el centro educativo con una plataforma de observación dentro de la instalación de procesamiento. La plataforma de visualización permite a los estudiantes y visitantes ver el proceso de reciclaje en acción.	
Estructura	Se trabaja dentro de un edificio prediseñado, se diseña teniendo en cuenta formas de articular el programa y dar una expresión general a la instalación que la distinga de la construcción de una caja grande común. Se utilizan, los elementos estructurales, de manera tal que, se invierten para aparecer en el exterior, dando a las vigas de acero y al arriostramiento lateral un mayor impacto visual.	

Tabla 4. Sunset Park.

Fuente: elaboración propia.

2.15.5. Centro de Reciclaje de la Ciudad ubicado en Villa

Soldati

Ubicación: Buenos Aires, Argentina

Autor: Ministerio de Ambiente y Espacio Público / Subsecretaría de Uso del Espacio Público/Dirección General de Renovación Urbana

Área: 9717 m²

Año: 2015

Este proyecto se diseñó con el objetivo de darle tratamiento a las diferentes fracciones de residuos sólidos urbanos que se dirigen a ser relleno sanitario. Su función principal es valorizar el residuo, de esta manera, se puede transformar en materia prima para introducirlo nuevamente en distintas industrias. Los materiales que llegan al CRC provenientes de diferentes circuitos de recolección entran en cada planta y comienzan un proceso de transformación específico para recuperarse.

Centro de reciclaje de Villa Soldati es un previo que reúne a cuatro plantas de tratamiento y un nuevo centro educativo. La construcción de estos centros de reciclado está enmarcada en la Ley N.º 1854/05 (Basura Cero). Tiene como principal objetivo reducir la disposición de residuos a través de la separación en origen, la recuperación y el reciclado (sustentartv, 2017, párr. 1).

El presente proyecto estudia su contexto para poder tener los mismos resultados, como el de exhibir, capacitar y conectar a una creciente comunidad de agentes de cambio que día a día incorporan bienes y servicios que dinamizan la economía circular al igual que se pretende impulsar con el proyecto.

El contexto en el que se encuentra el proyecto al estar ubicado por calles transitadas, viviendas y escuelas, por su ubicación se evita el traslado de residuos a lugares lejanos, esto tiene una implicación en la reducción de costos y a su vez, disminuye el impacto ambiental que comprendería trasladar los desechos a lugares más lejanos, de otra manera, también se emplea el uso de estrategias para la captación de olores.



Figura 50. Volumetría.

Fuente: ARQA

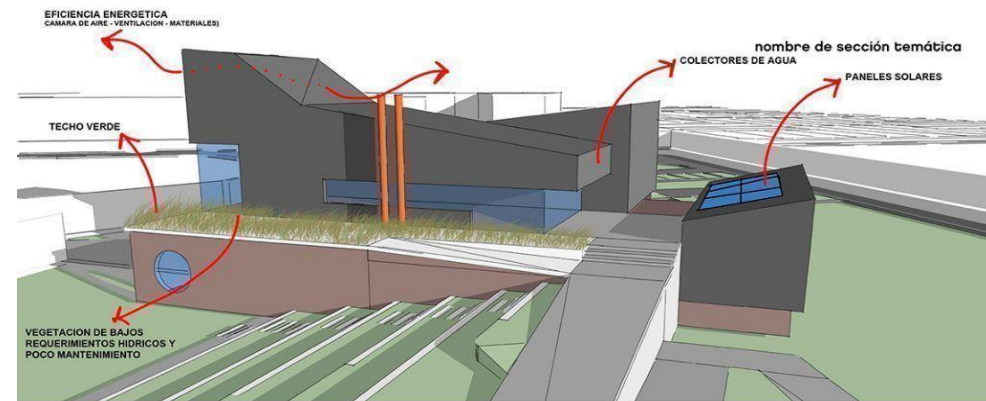
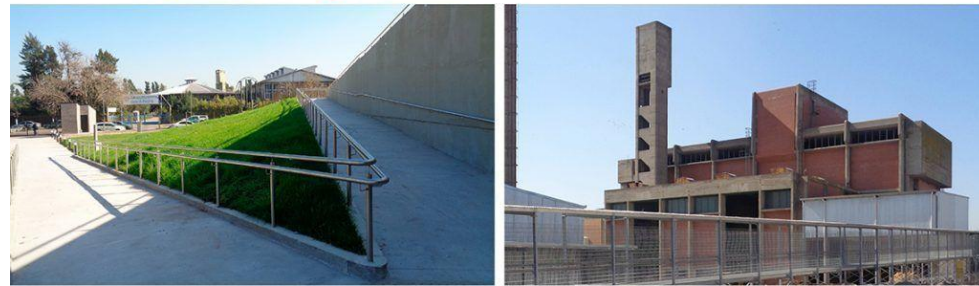
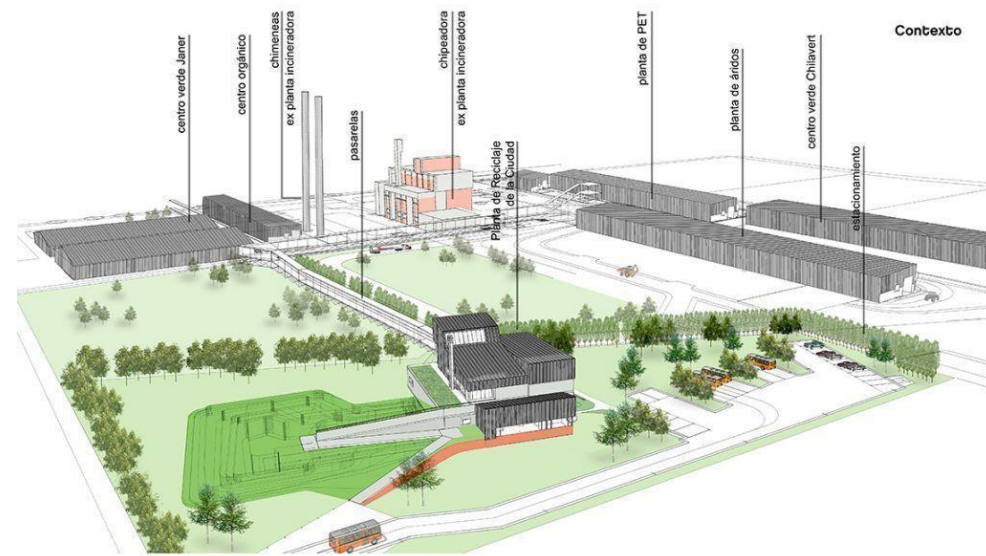


Figura 51. Emplazamiento.

Fuente: ARQA

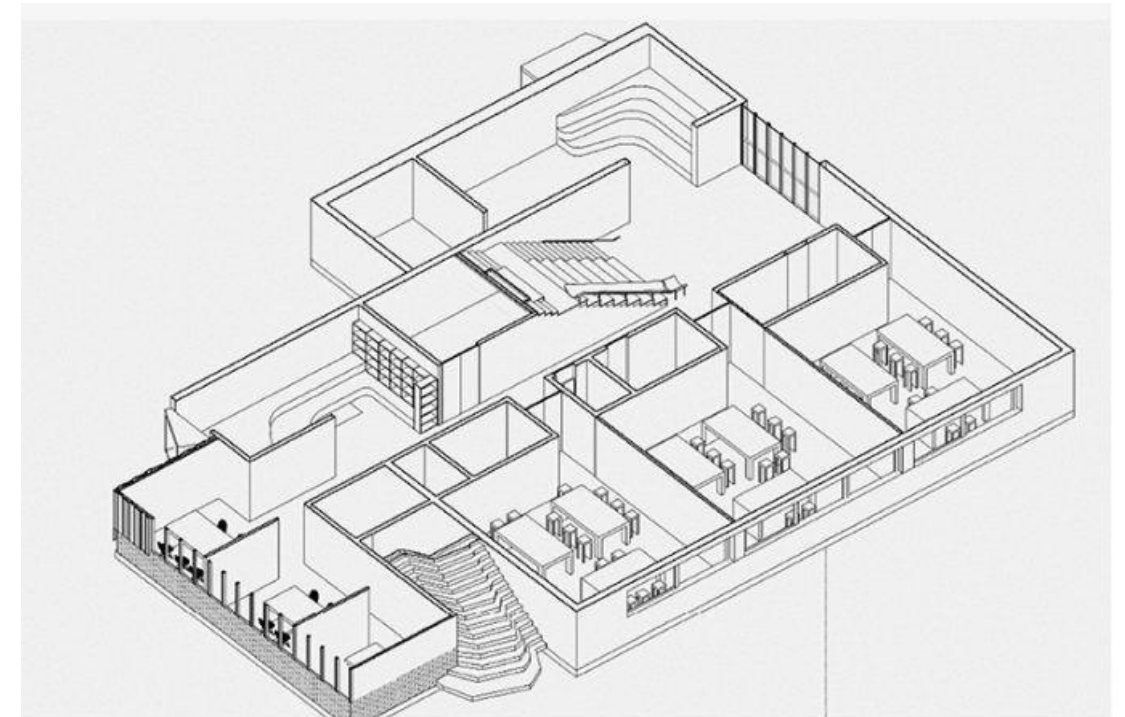


Figura 52. Axonometría.

Fuente: ARQA

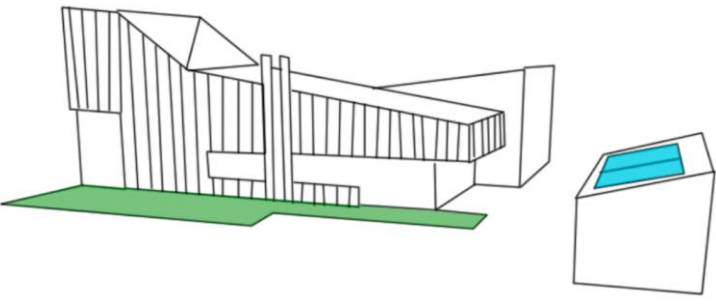
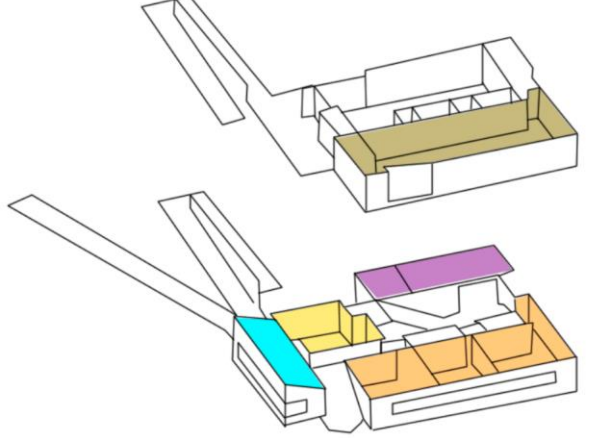
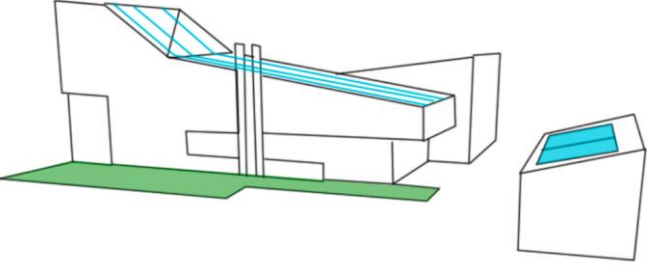
Variables	Explicación	Diagrama
Materialidad	El edificio se envuelve por muros blancos con una importante cubierta de chapa de color. Los cerramientos verticales de grandes paños de vidrio, el hormigón de la rampa y la presencia de material vegetal en la azotea verde y la escalera conforman un edificio moderno. El interior está mayormente revestido en madera de tonalidad clara, muros blancos y detalles de barandas y cerramientos en acero inoxidable	
Organización espacial	El proyecto gira en torno a un espacio central, de acá parten sus circulaciones, existe un núcleo de servicios que lo vinculan con talleres y a un salón multiuso, de esta manera, se independizan los usos específicos de las áreas de acceso más bulliciosas. De tal forma que, se divide en tres paquetes: lo público como el salón principal asociado al bufet; el segundo, con las actividades específicas como el salón, los tres talleres, la biblioteca más el área administrativa y, finalmente, el tercer paquete materializado por un sistema de pasarelas protegidas sobre las plantas de tratamiento.	
Sistemas sustentables	Desde la rampa del acceso se llega a una terraza verde y mediante la escalera ajardinada se transita a escasa distancia de los sistemas de colectores solares y del sistema de recolección de agua de lluvia de las cubiertas que, a través de una acequia, sirve a la cisterna de riego.	

Tabla 5. Villa Soldati.

Fuente: elaboración propia.

2.15.6. Estación de Transferencia y Planta de Selección

Azcapotzalco

Ubicación: Azcapotzalco, México

Arquitecto:

Área: 11 149 m²

Año: 2021

Coloca a México D. F. como una ciudad que realmente busca la sustentabilidad y que pretende llegar a lo que nos proponemos finalmente, una ciudad de basura cero, no quiere decir necesariamente que no se genere basura, sino que se aprovecha toda la que se genera y también, se crea una disminución de los residuos sólidos a partir de su separación.

Las nuevas instalaciones cuentan con ingeniería que garantiza el correcto tratamiento de los residuos, así como separadores balísticos y magnéticos, cribas rotatorias y sistema contra incendios, una planta de tratamiento de aguas residuales, sistemas de voz y datos, pararrayos, además de control de emisión de partículas tóxicas al ambiente, muros acústicos, aspersores para minimizar olores, control de polvos y control para fauna nociva (LaJornada, 2021, párr. 8).

Este proyecto es una de las referencias más actuales que se puede tener a nivel latinoamericano, debido a su año de construcción y que la planta es una de las más modernas en cuanto a la tecnología que se utiliza en este tipo de proyectos, gracias a la maquinaria que garantiza un correcto tratamiento de los residuos sólidos, que cuentan con separadores balísticos y magnéticos, cribas rotatorias.

De igual manera, cómo están organizados sus espacios, por ese motivo es de gran importancia su estudio y aplicar estrategias parecidas a la presente investigación, para utilizar líneas de espera de vehículos, pesajes de camiones, recuperación de reciclables, reducción de disposición final y la eliminación de traslados a una planta de selección.



■ Estación de Transferencia ■ Planta de Selección

Figura 53. Vista volumétrica de la estación de transferencia y planta de selección.

Fuente: Gobierno de México



Figura 54. Vista de la maquinaria.

Fuente: Gobierno de México

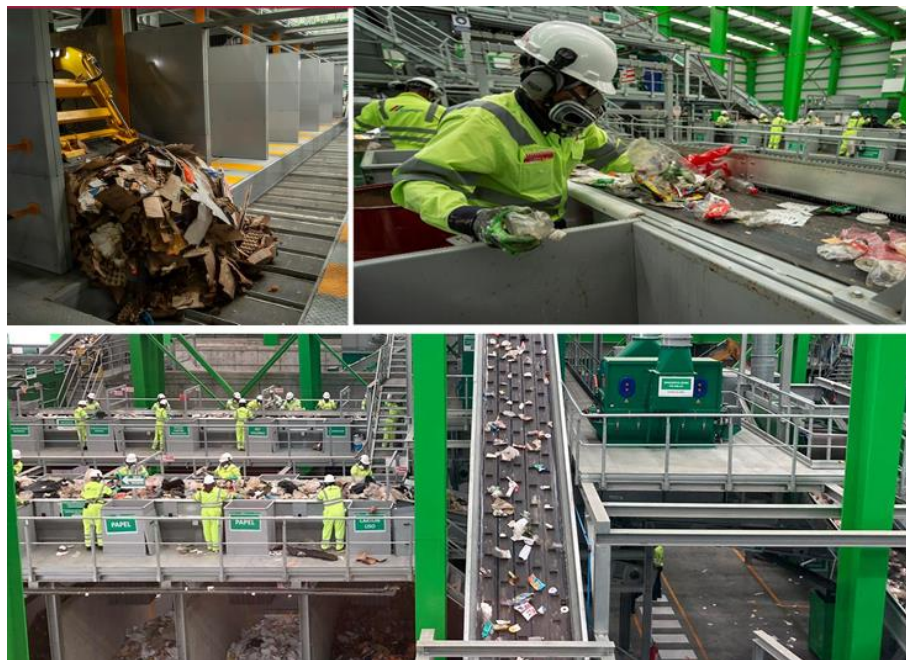


Figura 55. Selección de materiales.

Fuente: Gobierno de México.

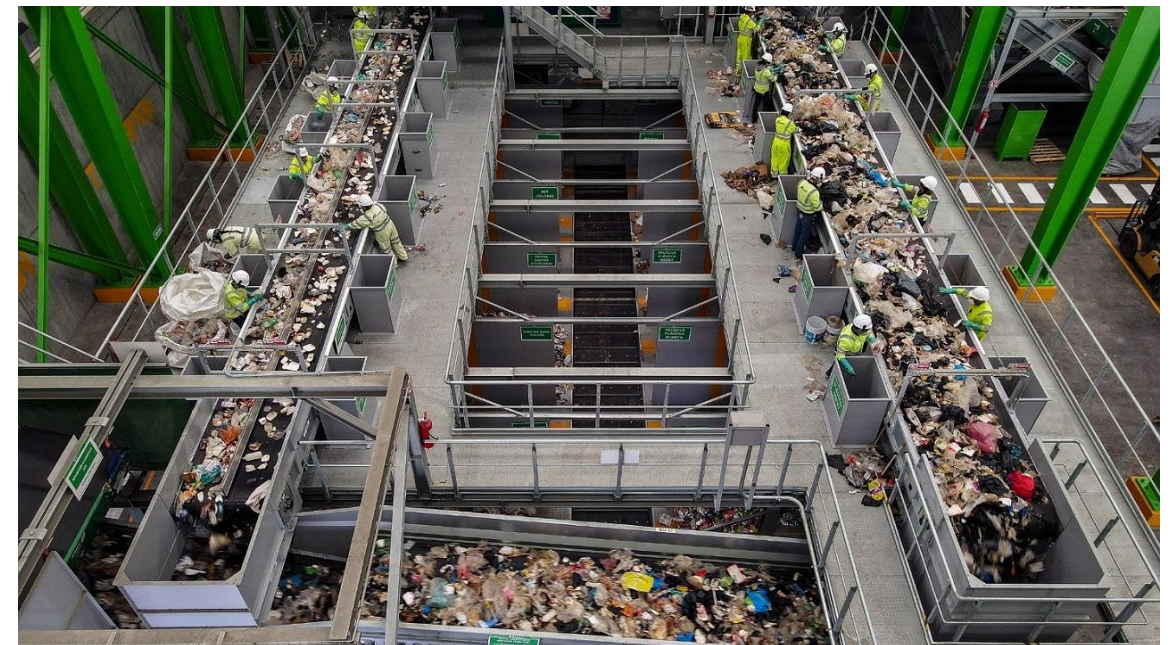


Figura 57. Vista de la planta de reciclaje.

Fuente: Televisa.



Figura 56. Llegada de camiones.

Fuente: Forbes.

Infraestructura

La Ciudad de México cuenta con una amplia red de infraestructura distribuida a lo largo de la ciudad, lo que permite abastecer del servicio a toda la ciudadanía. A continuación,

se presenta la infraestructura con cual la ciudad hace frente a la complejidad del manejo de residuos de más de nueve millones de habitantes.



7

Plantas de composta



13

Estaciones de transferencia



2

Plantas de compactación



6

Sitios de disposición final



3

Plantas de selección



1

Biodigestor

Figura 58. Infraestructura.

Fuente: Forbes.


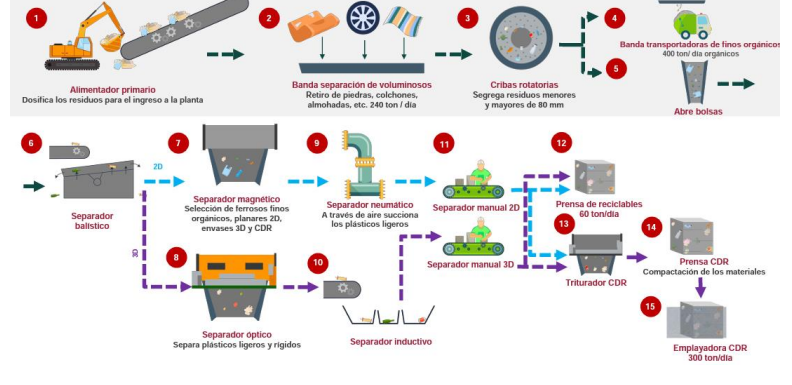
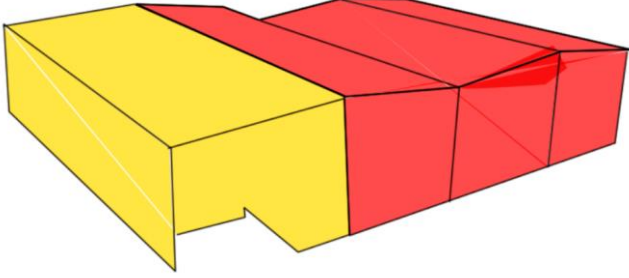
Variables	Explicación	Diagrama
Tecnología	Cuenta con instrumentos de alta tecnología para garantizar un correcto tratamiento de los residuos, así como separadores balísticos y magnéticos, cribas rotatorias y sistema contra incendios.	
Sistemas	La planta cuenta con el tratamiento de aguas residuales, sistemas de voz y datos, contra incendios y pararrayos, además de control de partículas y olores y maquinaria móvil.	
Espacios	La organización de espacios con la que cuenta va desde una línea de espera para los vehículos dentro del sitio, pesajes para los camiones, recuperación de reciclables, reducción de disposición final de los residuos, eliminación de traslados a plantas de separación.	

Tabla 6. Azcapotzalco.

Fuente: elaboración propia.

2.15.7. Recyclast

Ubicación: Siquirres, Limón, Costa Rica

Arquitecto:

Área:

Año:

Recyclast es la empresa líder en Costa Rica en reciclaje de desechos de plástico la cual se encuentra ubicada en Siquirres, Limón en la planta se procesan los residuos plásticos de más de 150 fincas y los materiales que recibe en 22 centros de acopio distribuidos por todo el territorio nacional.

La planta cuenta con la maquinaria requerida siguiendo con las condiciones específicas a las necesidades operacionales y de alta tecnología, esta maquinaria es importada desde Italia, lugar donde fue diseñada exclusivamente por técnicos para cumplir con los objetivos planteados para Recyclast. (Recyclast, párr. 2)

Recyclast comprende la metodología de economía circular como modelo económico, de manera tal que pretende reparar y regenerar los productos, componentes y recursos en general, para lograr que mantengan su utilidad y valor en todo momento. Además, su concepto es congruente con los Objetivos del Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, propuestos por los Estados miembros de las Naciones Unidas, en particular, los relacionados con crecimiento económico, creación de trabajo y reducción de impactos ambientales.



Figura 59. Instalaciones.

Fuente: Recyclast.



Figura 60. Centro.

Fuente: Recyclast.

2.15.8. Centro de Acopio Municipal

Ubicación: Grecia, Costa Rica

Arquitecto:

Área:

Año: 2020

Se desarrolló un “Punto Verde”, el cual es un centro de aprovechamiento de residuos reutilizables y reciclables, de esta manera, se logra buscar una reducción gradual de lo que las personas, por lo general, suelen considerar como basura. Este inmueble se construyó gracias al aporte del IFAM y el gobierno local. Para su puesta en marcha, se utilizó el modelo japonés de centro de reciclaje, el cual ha sido inspirador y se ha desarrollado con la participación comunal.



Figura 61. Centro de acopio municipal.

Fuente: Municipalidad de Grecia.

2.15.9. Campaña nacional de reciclaje Costa Rica

Se opta por escoger una campaña de reciclaje al no contar con información de centros de reciclaje en el país, debido a que las recicladoras contactadas no dieron respuesta alguna, esta es una estrategia que se lanzó a nivel país para fortalecer el impacto de la estrategia nacional de separación, recuperación y valorización de residuos (ENSRVR).

La ejecución en marcha de esta campaña se crea bajo la marca "Tan fácil como", eslogan de la ENSRVR y se llama "La voz de los residuos". Una de las estrategias de esta campaña es la utilización de una serie de videos en los que estos residuos educan a las personas sobre el uso adecuado de los contenedores. La ENSRVR nace de una alianza público-privada entre el Ministerio de Salud, el Ministerio de Ambiente y Energía y la Asociación Empresarial para el Desarrollo (AED).

La ENSRVR 2016-2021 tiene una organización en la que el país (hogares, centros educativos, empresas y organizaciones) separará, recuperará y valorizará los residuos, a esto se le conoce como reciclar los diferentes tipos de materiales. La ENSRVR se crea debido a que en Costa Rica sólo se recupera alrededor de un 1.2% de materiales valorizables. Los residuos valorizables sirven como sustitutos de materias primas en la cadena productiva. Se emplean de esta forma para evitar que sean desechados como basura que luego va a dar a un relleno sanitario o que contamine nuestra comunidad (AED, párr. 4, 2017).

La meta de la ENSRVR es aumentar la separación y recuperación de los residuos en el país. Se debe consolidar un sistema de separación y recuperación que sea eficiente a través de la educación y sensibilización de las personas. Se trata de que todas las personas separen los residuos desde cada hogar, centro educativo y cada centro de trabajo. Los encargados de guiar este proceso son los gestores ambientales de las municipalidades, son los que velan porque se recojan los diferentes tipos de residuos y se canalicen hacia la valorización, la cual consiste en la transformación de los residuos principales en materias primas útiles.



Figura 62. Campaña de reciclaje.

Fuente: Facebook de Tan fácil Como.



Figura 63. Campaña de reciclaje 2.

Fuente: Facebook de Tan fácil Como.

2.16. Marco Normativo

La base jurídica del proyecto por realizar consta, en su mayoría, por leyes para la gestión de los residuos sólidos, así como en sus centros de recuperación y disposiciones generales y acciones que promuevan la sostenibilidad. Este apartado, está constituido por toda regulación que influye en el tema del proyecto, permitirá una ejecución real y óptima del diseño.

2.16.1. Ley N.º 8839 para la Gestión Integral de Residuos

Título I, Capítulo I. Disposiciones Generales

ARTÍCULO 1.- Objeto Esta Ley tiene por objeto regular la gestión integral de residuos y el uso eficiente de los recursos, mediante la planificación y ejecución de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, ambientales y saludables de monitoreo y evaluación.

ARTÍCULO 4.- Jerarquización en la gestión integral de residuos

Para los efectos de esta Ley y los reglamentos que de ella se deriven, la gestión integral de residuos debe hacerse de acuerdo con el siguiente orden jerárquico:

- a) Evitar la generación de residuos en su origen como un medio para prevenir la proliferación de vectores relacionados con las enfermedades infecciosas y la contaminación ambiental.
- b) Reducir al máximo la generación de residuos en su origen.
- c) Reutilizar los residuos generados ya sea en la misma cadena de producción o en otros procesos.
- d) Valorizar los residuos por medio del reciclaje, el coprocesamiento, el reensamblaje u otro procedimiento técnico que permita la recuperación del material y su aprovechamiento energético. Se debe dar prioridad a la recuperación de materiales sobre el aprovechamiento energético, según criterios de técnicos.
- e) Tratar los residuos generados antes de enviarlos a disposición final.

- f) Disponer la menor cantidad de residuos, de manera sanitaria, así como ecológicamente adecuada.

Capítulo II. Competencias institucionales

ARTÍCULO 8. Funciones de las municipalidades

Las municipalidades serán responsables de la gestión integral de los residuos generados en su cantón.

Título II, Capítulo I. INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN

ARTÍCULO 15.- Requisitos del programa de residuos por parte de los generadores los requisitos y el contenido de los programas de manejo integral se sujetarán a lo previsto en los reglamentos que se deriven de esta Ley, así como a los formatos que se establezcan para tal fin, y deberán incorporar la jerarquización de la gestión integral de residuos establecida en esta Ley.

Capítulo V. Obligaciones del estado

ARTÍCULO 27.- CAPÍTULO V OBLIGACIONES DEL ESTADO Presupuestos Las instituciones de la Administración Pública, empresas públicas y municipalidades podrán incluir en sus planes anuales operativos y en sus presupuestos las partidas anuales para establecer e implementar sus respectivos planes de gestión integral de residuos.

ARTÍCULO 28.- Sistemas de gestión ambiental Las instituciones de la Administración Pública, empresas públicas y municipalidades implementarán sistemas de gestión ambiental en todas sus dependencias, así como programas de capacitación para el desempeño ambiental en la prestación de servicios públicos y el desarrollo de hábitos de consumo y el manejo adecuado que tendrán por objeto prevenir y minimizar la generación de residuos.

Título III, Capítulo I. Licencias y permisos

ARTÍCULO 31.- Viabilidad ambiental Todas las actividades, las obras o los proyectos nuevos que procesen, almacenen, recuperen, traten, eliminen y dispongan residuos ordinarios y peligrosos deberán cumplir el trámite de evaluación de impacto

ambiental, previo a la obtención de los permisos o las licencias de construcción u operación. Los procedimientos vigentes de evaluación de impacto ambiental establecerán la forma en que se realizará el trámite. Los permisos o las licencias se tramitarán de conformidad con el procedimiento establecido en el reglamento respectivo.

Capítulo III. Generación de residuos

ARTÍCULO 40.- Propiedad de los residuos Los residuos valorizables que sean recolectados en forma selectiva serán propiedad y responsabilidad de los municipios en el momento en que los usuarios del servicio público sitúen o entreguen los residuos para su recolección separada, de conformidad con el reglamento respectivo. Previa autorización de la municipalidad correspondiente, estos residuos podrán ser entregados o recolectados por un gestor autorizado o una empresa mixta, para su valorización, en cuyo caso corresponde a este la propiedad y la responsabilidad de su manejo.

Capítulo V. Sitios contaminados

ARTÍCULO 45.- CAPÍTULO V SITIOS CONTAMINADOS Prevención de la contaminación Los generadores de residuos de cualquier tipo y los gestores tienen la responsabilidad de manejarlos en forma tal que no contaminen los suelos, los subsuelos, el agua, el aire y los ecosistemas. La selección, la construcción, la operación y el cierre técnico de instalaciones de disposición final de residuos deberá realizarse en forma tal que se prevenga la contaminación de los suelos, los subsuelos, el agua, el aire y los ecosistemas.

Para ello, las instalaciones de disposición final de residuos deberán contar con garantías financieras para asegurar que se contará con los recursos necesarios para prevenir la diseminación de contaminantes en el suelo, los subsuelos, el agua, el aire y los ecosistemas, y, de ser necesario, realizar la remediación del sitio si los niveles de contaminación en él representan un riesgo para la salud o el ambiente.

2.16.2. Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables

Capítulo I. Disposiciones generales

Artículo 8º—Condiciones físico-sanitarias de las instalaciones:

a. Pisos, paredes, entresijos y estructuras internas, deben estar contruidos con materiales retardadores al fuego de al menos una hora, no porosos, de fácil limpieza y que no se reblandezcan al entrar en contacto con agua o los productos que se almacenen.

b. Techos con una altura mínima de 2.5 metros medidos del piso al cielo raso o cercha.

c. Área de ventilación natural no inferior al 20 % de la superficie del piso. Se permitirá sistema de ventilación mecánica, cuando no sea posible ventilar satisfactoriamente en forma natural.

d. Existencia de extintores en buen estado, cantidad y tipo de acuerdo con la carga de fuego; ubicados estratégicamente dentro del establecimiento. La distancia de recorrido para acceder a un extintor no debe ser mayor del 23 metro.

e. Contar con un botiquín de primeros auxilios rotulado y ubicado en un lugar limpio y seco, protegido de los cambios ambientales que afectan a los medicamentos. Se deberá realizar una revisión periódica de los medicamentos contenidos en el botiquín, con el fin de verificar su estado y fecha de caducidad, así mismo los demás artículos del botiquín deberán estar en buenas condiciones higiénicas

f. Instalaciones eléctricas de acuerdo con el Código Eléctrico Nacional.

g. Para la iluminación de las áreas de trabajo se dará preferencia a la luz natural. Cuando no sea posible iluminar satisfactoriamente todas las áreas con luz natural se empleará la artificial, o combinación de ambas.

h. Facilidades sanitarias: Se proveerán servicios sanitarios equipados con papel higiénico, jabón de manos, toallas de papel o sistema mecanizado de secado de manos, como mínimo, separados por género y con ventilación natural o mecánica y de acuerdo con la siguiente proporción de trabajadores en turno simultáneo:

h.1. Inodoros: Uno por cada veinticinco hombres, o fracción de veinticinco. Uno por cada veinte mujeres, o fracción de veinte.

h.2. Orinales: Uno por cada treinta trabajadores, o fracción de treinta.

h.3. Lavamanos: Uno por cada quince trabajadores.

h.4. Duchas: Una por cada cinco trabajadores, en los establecimientos que lo requieran.

i. Los locales destinados a servicios sanitarios y duchas deben tener pisos y paredes de material liso e impermeable que faciliten la limpieza, a una altura mínima de un metro ochenta centímetros (1,80 m).

m. La altura de las estibas dentro de las instalaciones no deberá superar las tres cuartas partes de la altura de la construcción, medida del piso a la cercha o cielo raso.

n. En los centros de recuperación de residuos valorizables que almacenen residuos peligrosos deberán tener pisos con desnivel del 1% dirigido hacia el sistema de retención y recolección de derrames.

Artículo 9º—Todo centro de recuperación de residuos valorizables, deberá contar e implementar un plan de manejo de residuos sólidos y líquidos no recuperables debidamente documentado, conforme al instructivo que para tal efecto dispone el Ministerio, según lo señalado en el Reglamento General para el otorgamiento de Permisos de Funcionamiento del Ministerio de Salud.

Artículo 12. —Se considera parte de las instalaciones, las áreas de maniobra de carga y descarga, áreas de clasificación, pesaje, compactación, empaque y embalaje y bodegas de almacenamiento.

Se puede concluir que, en este apartado normativo, lo más relevante es que se busca regular la gestión integral de los residuos y que se le dé un uso eficiente de los recursos, mediante una correcta planificación y ejecución, en las cuales se deriva las acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas. Responsabilidad de las municipalidades, que tienen como obligación, implementar este tipo de sistemas de gestión ambiental, así como programas de capacitación para el desempeño ambiental; por lo tanto, esto es de insumo para el proyecto, el cual tendrá que contar con todos estos requisitos.

Se tiene como consideración, la prevención de contaminación que se pueda generar en los suelos, subsuelos, el agua, el aire y los ecosistemas, por tal motivo, la selección, construcción, operación y cierre técnico de sus instalaciones se realizará de forma tal, que prevenga este tipo de situaciones. Se busca que en el apartado normativo se cumpla con la jerarquización que se habla en la Ley para la Gestión Integral de Residuos (Ley N.º 8839) en su Artículo 4.

j. Cuando por la índole de las labores, los trabajadores deban comer en el lugar, el propietario o arrendatario del centro de trabajo deberá destinar un sitio para este fin, el cual debe estar separado de las áreas de proceso y bodegas y reunir condiciones de orden y limpieza.

k. Todo centro de recuperación de residuos valorizables debe disponer de áreas de parqueo, carga y descarga, de manera tal que no utilice la vía y predios públicos.

l. Toda área destinada al almacenamiento de residuos sólidos, deberá estar completamente techada, a excepción del área de almacenamiento de partes de vehículos, materiales de construcción, maquinaria y equipo pesado en desuso, siempre y cuando no contengan sustancias peligrosas, ni constituyan focos de contaminación o criaderos de fauna nociva.

Jerarquización en la GIR (Artículo 4, Ley 8839)

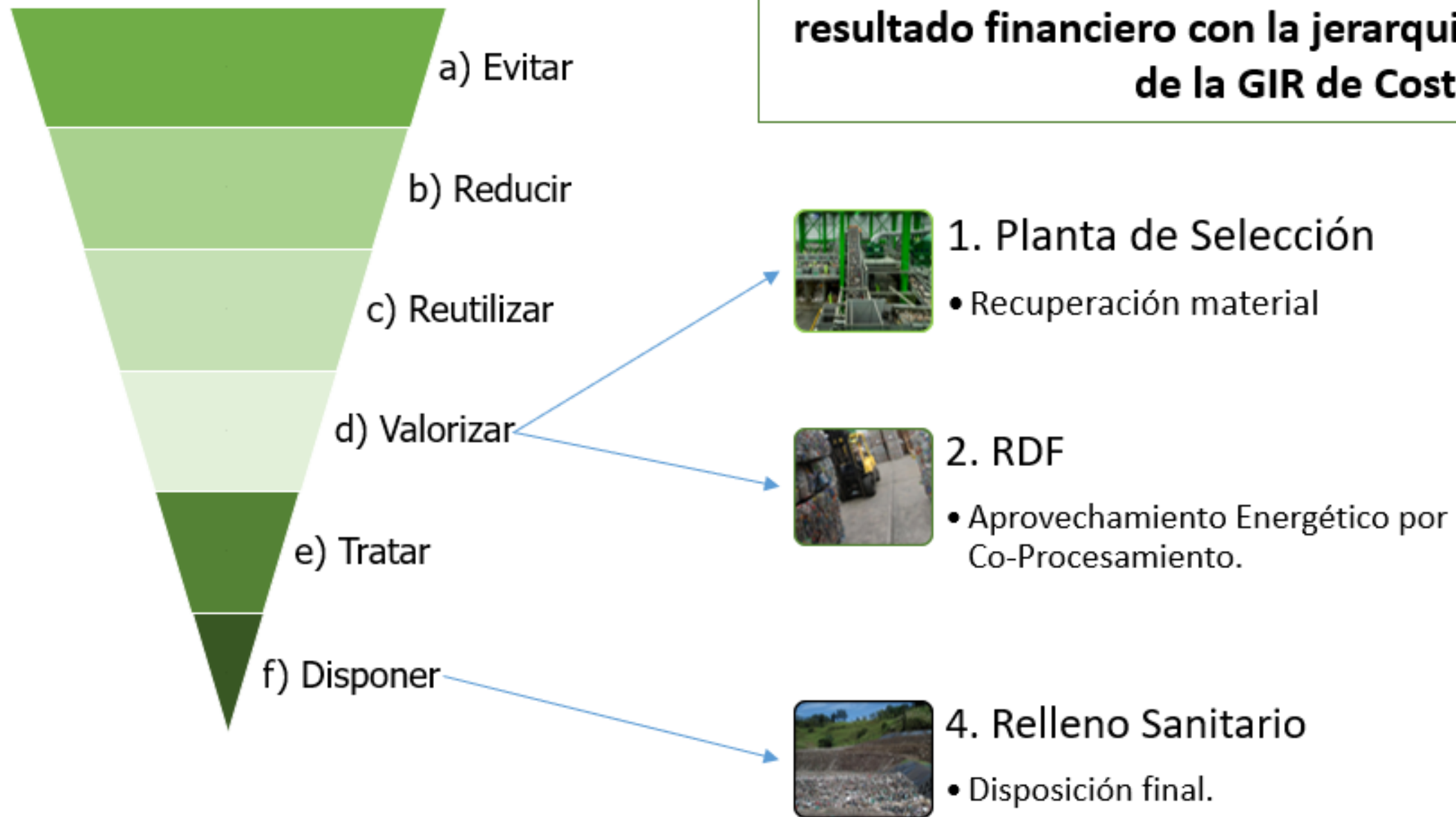






Figura 64. Jerarquización en la GIR.

Fuente: elaboración propia.

2.16.3. Programa Bandera Azul Ecológica

Uno de los programas que promueven la utilización de la sostenibilidad, es el Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE), galardón que se otorga de manera anual y de forma gratuita, en el cual se pretende promover la organización de comités locales, así como su integridad, con el fin de buscar la conservación de los recursos naturales, para enfrentar el cambio climático. Esto se aplica a diferentes categorías, dependiendo según sea el tipo de proyecto por desarrollar, para el presente proyecto se definen las siguientes:

Categoría	Finalidad	Comités que pueden conformar la categoría
 <p data-bbox="617 888 839 919">CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE</p>	<p data-bbox="1163 657 2220 905">Disminuir los impactos negativos ocasionados en la sociedad y medio ambiente, a través de un estándar mínimo de buenas prácticas, económicas, sociales y ambientales, asociado a los procesos de diseño y construcción de infraestructuras, de manera que, se logre la sensibilización de desarrolladores, propietarios y usuarios sobre la contribución que dichas prácticas de construcción sostenible implican para la adaptación y mitigación del cambio climático y la sostenibilidad del país.</p>	<p data-bbox="2249 657 2810 758">Proyectos de diseño y construcción: obras como, casas, edificios, apartamentos, condominios, hoteles y remodelaciones.</p>
 <p data-bbox="617 1173 839 1205">CAMBIO CLIMÁTICO</p>	<p data-bbox="1163 945 2220 1119">Incentivar a las organizaciones a tener un desarrollo con criterios de sostenibilidad socioambiental, minimizando el riesgo provocado por efectos del cambio climático, mediante una gestión ambiental integral que genere un efecto multiplicador en los diferentes sectores del país y que les permita ser competitivas.</p>	<p data-bbox="2249 945 2810 1045">Empresas, industrias, comercios, hoteles, universidades, oficinas, bancos o bien, oficinas de servicios y manufactura.</p>
 <p data-bbox="617 1459 839 1491">CENTROS EDUCATIVOS</p>	<p data-bbox="1163 1287 2220 1388">Promover una cultura de sostenibilidad en los centros educativos que permita generar prácticas amigables con el ambiente y fortalezca los procesos de aprendizaje de la persona estudiante.</p>	<p data-bbox="2249 1287 2810 1388">Centros educativos del MEP: jardines de niños y niñas, escuelas y colegios, tanto públicos como privados</p>
 <p data-bbox="617 1736 839 1768">MOVILIDAD SOSTENIBLE</p>	<p data-bbox="1163 1575 2220 1675">Incentivar la movilidad sostenible a nivel organizacional, de manera que, se disminuya los impactos ambientales, sociales y económicos actuales derivados del modelo de movilidad tradicional.</p>	<p data-bbox="2249 1575 2810 1644">Empresas e instituciones tanto públicas como privadas</p>


	<p>Reconocer los esfuerzos municipales en materia ambiental, promoviendo el desarrollo a través del liderazgo de los gobiernos locales y creando una visión colectiva para el fortalecimiento de capacidades en los diferentes actores a nivel municipal.</p>	<p>Municipalidades y concejos municipales de distrito.</p>
---	---	--

Tabla 7. Categorías del Programa Bandera Azul Ecológica para Costa Rica.

Fuente: elaboración propia a partir de datos publicados en <https://banderaazulecologica.org/>, 2022

2.17. Análisis gráfico e interpretativo del contexto

Es de suma importancia comprender el contexto histórico y actual de la problemática que se presenta a la hora de trabajar al comenzar un proyecto. De esta manera, se cuenta con un panorama más claro del verdadero problema por resolver; por lo tanto, sirve de ayuda para entenderlo y cómo enfrentarlo. Ante esto, se elegirán tres sucesos históricos y actuales, asimismo, se demostrará la importancia de un centro de reciclaje que sirva para la disminución de la contaminación ambiental cantonal.

Se destacan que la GAM se queda sin sitios para depositar la mitad de su basura, el cierre del relleno sanitario Los Pinos y la basura terminó en plantel municipal de Cartago por problemas de recolección y transporte al relleno sanitario.

En el país, los rellenos sanitarios tienen irregularidades en su manejo, lo cual es una amenaza, debido a que pueden provocar accidentes ambientales y sociales, si no se toman a tiempo las medidas necesarias. De acuerdo con la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, la población debería seguir el sistema en jerarquía, en el que reducir al máximo la generación de estos materiales es el primer paso. En Costa Rica, un 94 % de los desechos sólidos terminan en rellenos sanitarios, vertederos controlados o botaderos a cielo abierto (UCR, 2018).

En 2013, la Universidad Nacional y el Ministerio de Salud realizaron un estudio donde se advertía la vida útil de los rellenos, los cuales reciben más de la mitad de la basura de la Gran Área Metropolitana (GAM), por este motivo, está a punto de agotarse. De acuerdo con este análisis, el cual se entregó en 2013, el vertedero de La Carpio, en San José, debió de cerrar en el año 2016 y el de Los Pinos, en Cartago, debió terminar operaciones el año 2012.

A estos vertederos llegan 1500 de las casi 2700 toneladas de basura, generadas diariamente en la GAM (La Nación, 2014, párr. 3). Con un posible cierre de estas instalaciones, el único relleno que quedaría en la GAM sería el de El Huaso, en Aserrí,

el cual en ese momento trabajaba a su capacidad máxima (1200 toneladas por día) y su clausura estuvo prevista para el año 2020.

“A lo que estamos apuntando en este momento es al reciclaje, pero mientras se montan los sistemas y se consolidan hábitos de reciclaje entre la población siguen siendo necesarios los rellenos sanitarios en el país como principal opción” Eugenio Androvetto, director de Protección al Ambiente Humano del Ministerio de Salud (La Nación, 2014).

Ante esto, las empresas WPP Continental de Costa Rica y EBI, las cuales son las administradoras de los rellenos de Los Pinos y La Carpio, respectivamente, no están de acuerdo con el informe de la Universidad Nacional y el Ministerio de Salud. El gerente de operaciones de la empresa WPP, Cristian Montero dijo que, dicha empresa es la única que cuenta con los correctos estudios sobre la capacidad volumétrica en temas de desechos sólidos para los rellenos y es por esto, por lo que son los únicos que pueden indicar su vida útil, la cual puede funcionar hasta el año 2018 (La Nación, 2014).

El agotamiento de los rellenos sanitarios y sus muy pocas posibilidades de abrir nuevos, es un problema inminente, por esto, el Ministerio de Salud no tiene más salidas para el manejo de los desechos, aun cuando es el directo responsable de este problema y su único método es pedirle a las municipalidades y a la población que tomen medidas de reciclaje, para tratar de aminorar la cantidad de residuos enviados a los rellenos.

“La política pública es que reciclemos y en eso nos enfocamos, los rellenos son necesarios y los tendremos por años, pero la idea es que lleguen menos residuos a ellos y así alargar su vida útil; esa la visión que tenemos”, Eugenio Androvetto Villalobos, director de Protección Radiológica y Salud Ambiental de Salud (La Nación, 2018).

Existe una problemática al realizar esta apuesta y es que, se cuenta con rellenos sanitarios que están en proceso de cierre técnico y con los días contados, una de las situaciones son las cifras en cuanto al reciclaje, la cuales son muy modestas en contraposición a la inmensa cantidad de materiales enviados a los depósitos (La Nación, 2021, párr. 3). Según la estadística más reciente del Ministerio, en 2018 se reciclaron 53 473 toneladas de materiales entre 1,3 millones de toneladas generadas por la población ese año, apenas 4% del total.

Para principios del año 2022, La Municipalidad de Cartago y la empresa WPP Continental, la cual está a cargo del relleno sanitario Los Pinos, se vieron envueltos en una nueva disputa legal. Dicho conflicto surge luego de que el Ayuntamiento ordenara a la empresa WPP cerrar la operación del relleno sanitario Los Pinos en la comunidad de Dulce Nombre.

En mayo del presente año, la Alcaldía de Cartago le advirtió a la empresa WPP que no debían enviar más desechos a sus instalaciones, ante esto, se le dio un mes para iniciar los procesos de su cierre técnico, según el documento de prevención entregado a esa compañía. Con una base fundamentada, la Municipalidad recordó que desde 2019, el Ministerio de Salud resolvió que ya no podían enviarse más residuos sólidos al relleno sanitario Los Pinos y que era necesario iniciar las obras para ponerle fin (La Nación, 2022).

En el año 2020 llegaron a una conciliación para superar estos conflictos, cuando en ese momento se acordó que el relleno se mantendría activo, mientras se solicitaba una asesoría legal y la consulta a la Contraloría General de la República (CGR) para extender la actividad del relleno y entregar allí desechos del cantón de Cartago.

En diciembre de 2021, el periódico La Nación realizó consultas al Ministerio de Salud en el que estos respondieron que carecían de datos o estimaciones acerca de cuánto material ingresa al relleno Los Pinos, también reconocieron que carecían entonces de proyecciones sobre su vida útil. Según la estadística de la sección de

Operaciones del gobierno local, para 2018 el cantón generaba un promedio de 3000 toneladas de desechos diarios (La Nación, 2022).

De momento, la tecnología utilizada en los rellenos sanitarios ha logrado detener los problemas de salud pública, como la proliferación de vertederos con todo tipo de desechos, aunque cada vez son más visibles las acumulaciones de basura; sin embargo, es más difícil cada vez el funcionamiento de estas instalaciones, por este motivo el Ministerio de Salud apuesta por el reciclaje y reutilización.

Ante esta situación anteriormente mencionada la Municipalidad de Cartago ha sacado 75 toneladas de desechos de un vertedero clandestino en el distrito de Guadalupe (Teletica, 2022, párr. 1), dicha cantidad fue solo en dos días, este basurero está ubicado en la cercanía del río, el cual podría taparse y agrandar la problemática en caso de deslizamiento, además de generar plagas y malos olores, algo que podría producir enfermedades.

Esta problemática es recurrente en el cantón, en el mes de agosto del año 2022, los usuarios se quejaron en las redes sociales de la Municipalidad de Cartago, que en el cantón había basura acumulada en esquinas y otros puntos de las comunidades. El alcalde de Cartago, Mario Redondo, afirmó que uno de los problemas con el servicio es la falta de camiones recolectores, debido a que la Institución apenas había recibido dos de los 11 que se compraron hace más de un año atrás y debieron de estar en funciones desde febrero de 2022 (Columbia, 2022).

Debido a esta problemática, los pobladores de comunidades en el distrito San Francisco de Cartago, en las cercanías al sector conocido como calle La Zopilota y la urbanización Manuel de Jesús Jiménez, presentaban su disgusto por el mal olor y la suciedad que ha tomado sus comunidades, debido a que la Municipalidad de Cartago decidiera convertir un espacio en las cercanías al plantel municipal, en un vertedero de basura a cielo abierto. Por lo tanto, es una gran oportunidad realizar una planta de reciclaje para tratar todos estos desechos que se vuelven una problemática para el cantón.



Figura 65. Vertedero ilegal.

Fuente: Telenoticias.com



Figura 66. Basura en el plantel municipal de Cartago.

Fuente: Columbia

CAPÍTULO III

Marco Metodológico

3.1. Enfoque de la investigación

Se considera distintos tipos de paradigmas para la realización del presente trabajo, por lo cual, por medio de una investigación se plantea una idea desarrollada. Una adecuada delimitación es de gran importancia cuando se llega a consolidar aspectos y generar pautas, y de esta manera, mejorar el resultado y que sea más preciso el estudio realizado.

En el libro Los Paradigmas de la Investigación Científica de Carlos Alberto Ramos (2015) se dice lo siguiente: cuando se está en la etapa inicial de planteamiento de un proyecto de investigación, el llegar a conocer y posicionarse en un paradigma definido, que sirva de guía en el proceso investigativo es algo imprescindible. Por este motivo, no se puede ingresar en el ámbito de la investigación, sin antes tener una percepción clara y conocimiento sobre qué tipo de paradigma será el que dirija la aproximación que tenga el investigador.

El paradigma de la investigación, según Kuhn (1962), se entiende como un conjunto de suposiciones que mantienen una interrelación con respecto a la interpretación, esto servirá como una guía base que marcará las diferentes problemáticas que se debe tratar, de esta manera, se busca un marco referencial para que se aclaren las interrogantes mediante una epistemología adecuada. En el paradigma se plantean dos variables que sustentan los procesos, el positivismo y el postpositivismo.

El paradigma positivista tiene como finalidad un enfoque cuantitativo, empírico-analítico, racionalista, sistémico y científico. El conocimiento en este enfoque es objetivo (medible), así se cuantifican los fenómenos observables y susceptibles de análisis matemáticos y control experimental (Ricoy, 2006, p. 15). Esto conlleva a sustentar la hipótesis por medio de estadísticas o parámetros de ciertas variables, mediante la expresión de cifras.

La segunda variable que se presenta es distinta, es el paradigma postpositivista, esta no es sustentada de manera cuantitativa o racional. Ramos en su libro lo describe de esta forma:

La diferencia con el positivismo radica en que en el postpositivismo la realidad existe, pero no puede ser completamente aprehendida. Lo real se lo entiende desde las leyes exactas, sin embargo, ésta únicamente puede entenderse de forma incompleta. Una de las razones para no poder lograr una comprensión total y absoluta de la realidad se basa en la imperfección de los mecanismos intelectuales y perceptivos del ser humano, lo que lo limita para poder dominar todas las variables que pueden estar presentes en un fenómeno. (p. 11)



Figura 67. Enfoque de la investigación.

Fuente: elaboración propia.

Para efectos del proyecto de investigación por realizar, se planteará la utilización del paradigma positivista, se pretende entender cómo resolver la problemática de los desechos sólidos que no son tratados correctamente y que tienen una afectación en la contaminación ambiental. Para esto se estudiará, tabulará y graficará la opinión de la población mediante encuestas para conocer la realidad del manejo de los desechos y su importancia para ser reciclados y tratados de buena manera y conocer el nivel de desinformación que tienen del tema y su interés de educar correctamente a las generaciones futuras.

El enfoque de la investigación tiene tres distintas formas de conformarse, las cuales son: cuantitativa, cualitativa y mixta. La investigación de tipo cuantitativo es la que emplea la recolección de información con el fin de poner a prueba o comprobar las hipótesis, están basadas en la medición numérica con el uso de estrategias estadísticas, de esta manera, permitiría al investigador proponer patrones de comportamiento y probar los diversos fundamentos teóricos que explicarían dichos patrones (Hernández et al., 2010).

Al ser un enfoque positivista, el enfoque cuantitativo ayuda a aportar indicadores deseados para el presente análisis. En este enfoque se lleva a cabo la investigación cuantitativa a nivel no experimental y transeccional. El autor lo define como:

El diseño descriptivo busca caracterizar, exponer, describir, presentar o identificar todos aquellos aspectos que son propios de una variable determinada, de esta manera se puede llegar a expresar el número de participantes que presentan la característica de interés en un estudio en forma de porcentajes, la media de puntaje de un test que presenta un grupo humano, la cantidad de hombres y mujeres que consumen un determinado producto, la frecuencia de veces en que un individuo presiona un botón en una tarea de computador, entre otras. (p. 12)

Aplicando este sistema, lo que nos brinda son los datos que muestren el porcentaje de la población que estaría de acuerdo con el proyecto, así como su nivel de información sobre el tema. Toda esta información sirve de insumo para el proyecto.

En conclusión y debido al tipo del proyecto que se va a desarrollar, se decide la utilización del paradigma positivista, con el fin de brindar a la investigación un enfoque cuantitativo, considerando todos aquellos datos contables y medibles que aporten a dar una solución clara. Para el desarrollo de este proyecto es ideal el tipo de enfoque investigativo, porque nos permite, caracterizar, exponer, describir e identificar sus aspectos propios, con el fin de comprender la realidad del proyecto. El tipo de investigación deberá seleccionarse de acuerdo con este objetivo, paradigma y enfoque elegidos.



Figura 68. Paradigma positivista.

Fuente: elaboración propia.

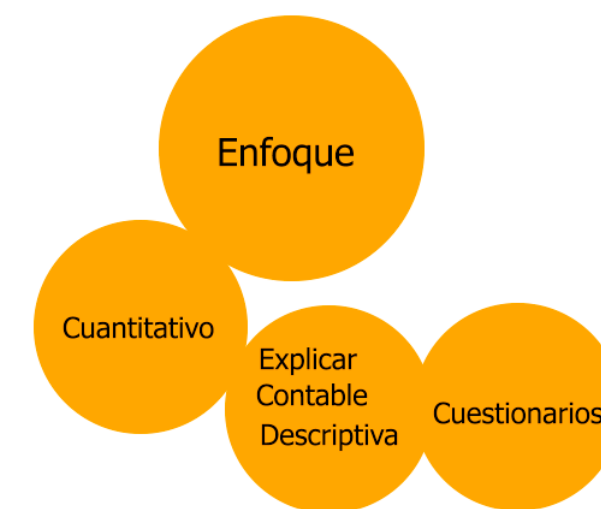


Figura 69. Enfoque cuantitativo.

Fuente: elaboración propia.

3.2. Tipos de la investigación

Se trata de obtener una perspectiva detallada de los temas de que se están tratando con el objetivo de ofrecer soluciones que sean cada vez mejores, mediante la comprensión de sus necesidades y profundizar en ellas a través de una investigación adecuada. A través de este proceso, tratamos de encontrar y analizar todos los aspectos que engloban en el desarrollo del proyecto. León, en su libro Generalidades sobre Metodología de la investigación, describe el proceso de investigación científica como:

La Investigación está orientada en profundizar el conocimiento de un proceso, sea este teórico, práctico o teórico-práctico, como parte de este conocimiento es el de llegar a la solución de un problema, que de una forma u otra no se han investigado o su investigación se ha conducido en otra dirección, generando así hipótesis o afirmaciones que están presentes. La Investigación surge cuando existe la necesidad del hombre en querer dar solución a los problemas de la vida cotidiana, teniendo conocimiento de lo que lo rodea y darle una transformación en función de satisfacer sus intereses y necesidades. El carácter de la investigación es un proceso creativo e innovador aplicando lo más reciente del conocimiento científico. (León, 2004, p. 8)

Cuando se realiza una investigación y se tiene claro el tipo de enfoque que se pretende utilizar, así como su tema, es importante visualizar su alcance de estudio; por lo tanto, esta investigación se divide en distintos tipos de estudio, descritos como exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos (León, 2004, p. 20).

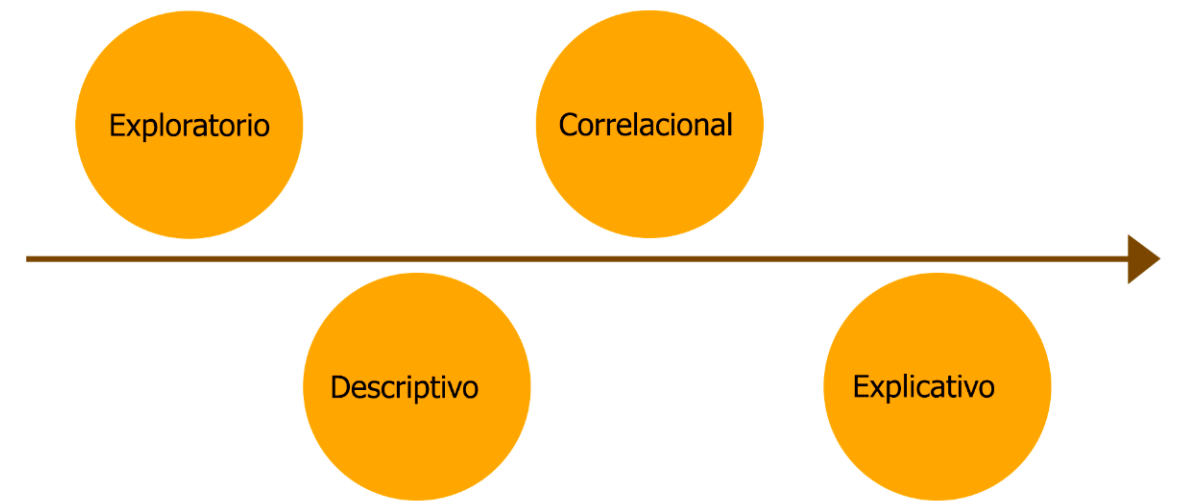


Figura 70. Tipos de estudio.

Fuente: elaboración propia.

El primero que sería el exploratorio, lo explica Roberto Hernández Sampieri, en su libro, Metodología de la investigación (2014), como:

Los estudios de tipo exploratorios son utilizados cuando se tiene como objetivo examinar un tema o problema de investigación que se es poco estudiado, este por lo general tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. De esta manera, cuando se hace una revisión de la literatura se concluye que no hay guías, no han sido investigadas y las ideas son poco relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas. (2014, p. 91)

El primer tipo se basa en el estudio de un tema, el cual es poco tratado. Su propio nombre, exploratorio, hace referencia a la poca información con la que se cuenta, por este motivo se deberá explorar a profundidad para poder expresar de la manera más correcta, la hipótesis que se va a trabajar. Este tipo se adapta al enfoque del tema actual, debido a que existe muy poca información sobre plantas de reciclaje en el país, aunque se cuenta con leyes para el tratamiento de los desechos, en el tema de la planta no se ha indagado en este aspecto.

El segundo tipo de investigación es el descriptivo, Hernández lo describe como:

En los estudios descriptivos lo que se busca es especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier o todo aquello que se pueda analizar. Dicho de otra manera, esto solo se pretenden medir o recoger información de modo independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, tomando en cuenta que su objetivo no es indicar cómo se relacionan estas. (2014, p. 92)

La finalidad de este segundo tipo es la de especificar propiedades y características más importantes de cualquier fenómeno de un grupo o población, para poder analizarlo mediante la recolección de todos los resultados y se representa por procedimientos de distintas mediciones. Este tipo se adapta al enfoque del tema actual, debido a que se pretende especificar por medio de grupos de personas y así recolectar la información necesaria para el proyecto. Por tercera muestra se tiene el estudio correlacional, donde el autor lo describe de la siguiente manera:

La finalidad de este tipo de estudios es conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en cualquier situación. En ciertas ocasiones se tiene a analizar solo la relación entre dos variables, pero con regularidad en el estudio se vinculan entre tres o más variables. Para evaluar el grado de asociación las variables, primeramente, se mide cada una de éstas, y después se cuantifican, analizan y establecen las vinculaciones. Tales correlaciones se sustentan en hipótesis sometidas a prueba. (2014, p. 93)

En este tipo de estudio lo que se pretende es llegar a la interpretación que existe entre dos o más variables. Se tienen dos estudios correlacionales, los cuales son el cuantitativo y el cualitativo. Para la presente investigación funciona el enfoque cuantitativo, debido a que es el utilizado en la investigación. Por último, el tipo de investigación es el explicativo y Hernández lo describe como:

El estudio explicativo lo que pretende es ir más allá de la descripción de los conceptos o fenómenos que están relacionados entre los mismos conceptos; es decir, tienen la necesidad de responder las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Así su interés se centra en explicar el por qué es que ocurrió algún fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. (2014, p. 95)

Este último tipo, el cual es conocido como explicativo, no se adapta al modelo de estudio, porque en la investigación actual no se busca establecer las causas de las relaciones que existen entre los sucesos o fenómenos, de la información recolectada.

En conclusión, de forma general del modelo investigativo, podemos destacar que, para el proyecto se implementará el paradigma positivista, mediante un enfoque cuantitativo y las formas de estudio serán: exploratorio, descriptivo y correlacional. Esto es ideal para poder tener un correcto análisis y recolección de la información para el presente estudio.

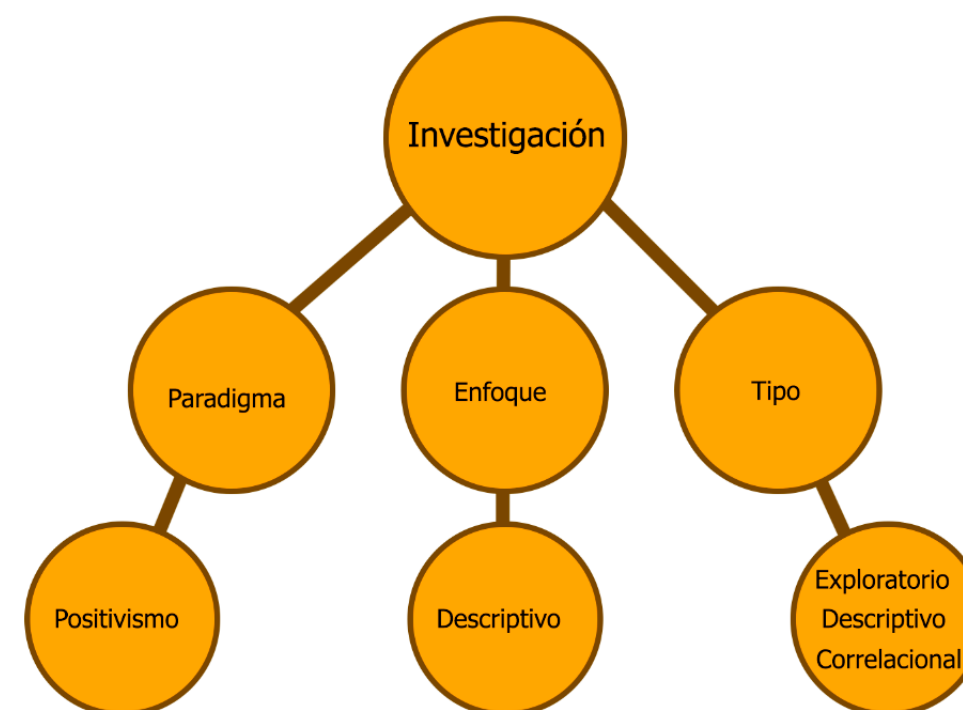


Figura 71. Diagrama de la investigación.

Fuente: elaboración propia.

3.3. Fuentes

Cuando se realiza el proceso de investigación, este tiene que estar correctamente fundamentado. Se le conoce como fuente a la información que sustenta el proyecto de análisis proveniente de algún sitio. Su elección correcta es de suma importancia para darle validez a la investigación, Maranto y González, en su escrito describen lo siguiente:

La fuente de información la podemos describir como aquello que nos proporciona los datos necesarios para reconstruir hechos y las bases del conocimiento. Las fuentes de información sirven como un instrumento en el cual nos brinda conocimiento, la búsqueda y el acceso de a la información. (2015, p. 1).

Encontraremos diferentes fuentes de información y esto dependerá del nivel de búsqueda que se realice. Existen tres tipos de fuentes, conocidas como: primarias, secundarias y terciarias, Maranto y González las definen de la siguiente manera:

La fuente primaria contiene información original también se puede decir que son de primera mano, son el resultado de ideas, conceptos, teorías y resultados de investigaciones. Esta contendrá una información directa antes de ser interpretada, o que sea evaluada por otra persona. Como principales fuentes de información de la fuente primaria son los libros, monografías, publicaciones periódicas, documentos oficiales o informe técnicos de instituciones públicas o privadas, tesis, trabajos presentados en conferencias o seminarios, testimonios de expertos, artículos periodísticos, videos documentales, foros. (2015)

Esta fuente es la que se utiliza como base fundamental para sostener el enfoque del proyecto, es directa y no se ha manipulado de ninguna manera; por lo tanto, le brinda valor al estudio. Como fuente primaria se seleccionó documentación institucional, así como investigaciones que están relacionadas de forma directa con el tema tratado. La fuente secundaria las autoras la definen como:

La fuente secundaria es las que han procesado información de una fuente primaria, es decir dicha información fue sintetizada y reorganizada. El proceso de esta información se pudo dar por una interpretación, un análisis, así como la extracción y reorganización de la información de la fuente primaria para facilitar el acceso y su contenido. (2015, p. 1)

Este tipo de fuentes solo se utilizarán cuando provengan de algún sitio de confianza y si el acceso a las primarias es limitado. Su finalidad será la de expandir toda aquella información recolectada y analizar las distintas perspectivas de los datos. Para este proyecto en estudio se utilizarán tesis, reportes y análisis relacionados con el tema tratado en la investigación. Por último, el tipo terciario es definido como:

Este tipo de fuentes hacen una recopilación de las fuentes de información primarias o secundarias. Estas son utilizadas para buscar datos o para obtener una idea general sobre algún tema, algunas son; bibliografías, almacenes, directorios, donde se encuentran la referencia de otros documentos, que contienen nombres, títulos de revistas y otras publicaciones. (2015, p. 1)

Este tipo de fuente se justificará con reportajes, noticias e informes que fundamenten sus datos en fuentes primarias y secundarias. Para poder ampliar el entorno informativo de una forma ordenada y estructurada, se utilizarán los tres diferentes tipos de fuente, de manera que se va a indagar diferentes fuentes informativas que sustenten la temática e hipótesis planteadas en el actual trabajo de investigación.

Como fuente primaria existen datos e información suministrada por las municipalidades y entes especializados en el tema de los desechos sólidos sin ser manipulados, como secundaria se utilizarán tesis y análisis fundamentados por los primarios y por las terciarias, fuentes digitales que analicen la problemática vigente e información.

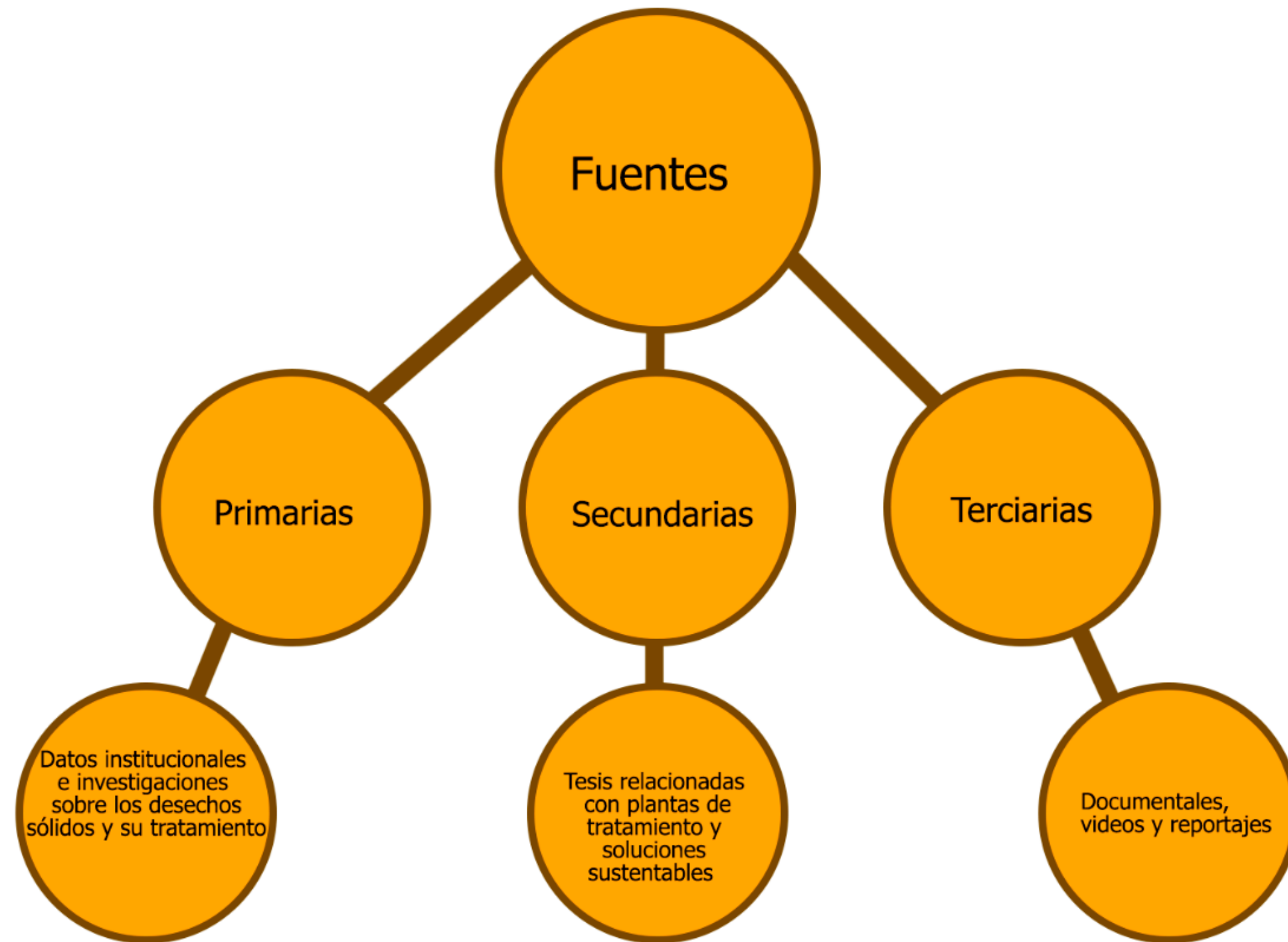


Figura 72. Fuentes.

Fuente: elaboración propia.

3.4. Muestreo, variables e instrumentos

Cuando se está realizando la parte metodológica en un proyecto de investigación, una de las principales cosas que se debe realizar es definir de manera adecuada la población de estudio, esta tiene que ser en tiempo y espacio, para así poder aclarar si se hará censo o si es necesario tomar una muestra de ella. En el segundo caso, se debe realizar un muestreo, con sus variables y sus instrumentos.

La población meta se define como aquel grupo de personas que es de interés del investigador, en un estudio o que se verá afectado por un proyecto determinado. En otras palabras, se conforma por un conjunto de individuos sobre los que se efectúa una evaluación. En el caso del presente estudio se refiere a la población de los cantones de Cartago, El Guarco, Oreamuno y Paraíso, los cuales serán los beneficiados por la creación de la planta de reciclaje. Es importante definir la población meta en un proyecto de investigación, debido a que estos usuarios o personas son los que se verán afectados directamente por el producto o resultado final. Para efectos de dicho estudio es imposible llegar a entrevistar a toda la población meta; por lo tanto, se define un segmento conocido como muestra. Elías Mejía en su libro *Técnicas e instrumentos de investigación* (2005) define la muestra como:

La muestra es un subconjunto de la población. Para considerar que un sector de la población sea una muestra, es primordial que todos sus elementos pertenezcan a la población, de esta manera se le conoce a la muestra como una representativa de la población, lo que, es decir, debe de tener las mismas características generales de la población. Para ello el estudio de la muestra se realiza empleando técnicas de muestreo. (Mejía, 2005, p. 96)

En el tema tratado en la presente investigación versa sobre temas relacionados con los desechos sólidos y no son del todo especializados, consecuentemente, cualquier persona puede dar una opinión con respecto al tema. Para efectos del estudio y su obtención de datos de valor, se define como muestra a la población de los cantones involucrados en el proyecto. De esta manera, se logrará entender la

perspectiva que tienen las personas sobre este tema y así, poder determinar ciertas estrategias a utilizar en el proyecto.

La población meta del estudio es la que reside en los cantones de Cartago, El Guarco, Oreamuno y Paraíso, con el objetivo de obtener información para el mejoramiento de las instalaciones y darles un aporte de valor no solo a los trabajadores de la planta, si no, a las personas, desde pequeños hasta grandes, en temas para la educación respecto del correcto tratamiento de los desechos. Con el deseo de obtener bases sólidas, quedan dos conceptos más por definir, los cuales son las variables y los instrumentos. Núñez en su reporte los describe como:

Se denominan variables a los constructos, propiedades o características que logran conseguir diversos valores. También se le puede símbolo o una representación, por lo tanto, es un valor no constante que fue adquirido por una abstracción. En la estructura de la hipótesis estos son elementos constitutivos, o sea del enunciado de la hipótesis que establece su relación. (2007, p. 166)

Para las referencias en un tema de análisis, las variables requieren de un elemento básico, a través de estas, se caracterizan los distintos fenómenos o temas; es decir, que corresponden a cualquier condición susceptible de modificarse o de variar en cuanto a calidad y cantidad, en algún sentido, la variable es un concepto especial en el cual: "toda variable es concepto, pero no todo concepto es variable".

Estas consideraciones explican la importancia de las variables y de acuerdo con el diseño de investigación para comprobar las hipótesis planteadas, las variables a medir se pueden hacer desde un punto de vista metodológico. Para fines prácticos, en esta investigación el componente se divide en tres tipos: dependiente, independiente e interviniente.

- Variable dependiente: por lo general, trata del interés principal. Representa al desenlace o resultado que se pretende explicar o estimar en función de otros estudios, depende de lo que suceda en la variable independiente.
- Variable independiente: define la condición bajo la cual se examina a la variable dependiente. Se debe medir, manipular o considerar en el estudio con el fin de evaluar en qué medida afecta a la variable independiente y, en consecuencia, cómo afecta a la relación de causalidad entre las variables
- Variable interviniente: es aquella que influye en la relación de dependencia que existe entre la variable independiente y dependiente. Es objeto de estudio, el investigador tiene que ser consciente de su existencia, pues, de presentarse y no identificarse, podría distorsionar los resultados de la investigación al intensificar o debilitar la relación entre las variables.

La variable dependiente se puede comprender como el objetivo en el cual se pretende solucionar mediante distintos elementos. La variable independiente la entendemos como una variable explicativa, de esta forma, analizar los elementos y poder llegar a la comprensión de la variable dependiente y, por último, la variable interviniente, en la cual se habla del medio a utilizar que ayude a unificar y explicar la variable dependiente con la independiente.

Para las distintas variables se asignarán los distintos objetivos específicos. Para el objetivo específico uno, la variable dependiente trata de determinar qué aspectos de la arquitectura sustentable se pueden aplicar, para minimizar la contaminación y que sea ecológicamente amigable, la variable interviniente se define por los estudios de la arquitectura sustentable, arquitectura bioclimática, estrategias pasivas y fundamentos teóricos.

Para el segundo objetivo, la variable dependiente es elaborar un programa arquitectónico de acuerdo con las necesidades de los procesos para el tratamiento de los residuos de forma eficiente. Y como último, objetivo sus variables se basan en el mismo orden, siendo el de desarrollar una solución de diseño estructural y espacial eficiente para el tratamiento de los procesos, en el que la primera es que sea eficiente con base en la arquitectura sustentable y sus fundamentos teóricos, con variable independiente de generar un proyecto eficiente para los procesos en el tratamiento de los residuos, mediante un interviniente como un adecuado programa arquitectónico.

Una vez que se tenga definidos la población meta, la muestra y las variables, el último elemento por describir es el de los instrumentos. Para que un proyecto de investigación esté fundamentado de buena manera, se debe utilizar estrategias con las cuales se explicarán y analizarán los conceptos, así como las teorías que sustentarán el proyecto. El Dr. Belloso en su reporte explica este concepto como:

Los instrumentos son cualquier formato, dispositivo o recurso que sea utilizado para registrar, almacenar u ordenar la información, entre los que se puede mencionar: los cuestionarios, entrevistas y otros. El instrumento se entiende como una ayuda o una serie de elementos, estos los define el investigador con el fin de obtener información y así facilitar su medición.

En el presente trabajo de investigación se utilizará una variedad de técnicas o instrumentos con el fin de recolectar y analizar de distintos puntos de vista, toda aquella información que sea útil para el proyecto y de esta manera, establecer delimitaciones en la propuesta arquitectónica. Las estrategias por utilizar son:

Análisis fotográfico: utilizando fotografías se procura analizar y entender la actual situación de la problemática estudiada.

Análisis documental: se analizará y recolectará por medio de la información brindada por las distintas municipalidades implicadas y los agentes gubernamentales.

Análisis de mapeo: se utilizará el método de mapeo para delimitar de manera exponencial, tomando como referencia un área regional hasta que se llegue a una delimitación micro, todos aquellos puntos que influyen en el proyecto.

Encuesta: una vez que se tenga seleccionado el muestreo, adquirir toda la información fundamentada por estudios previos es de suma importancia, por este motivo se utilizará la encuesta como instrumento para poder adquirir la información de una parte de la población previamente delimitada.

Se recolectará la información necesaria para comprender la viabilidad de llevar a cabo el proyecto en el terreno planteado, por medio de los distintos instrumentos propuestos. Como objetivo principal se aborda la delimitación de los elementos, de manera tal que, se permita recuperar la información que tenga mayor valor fundamentado. Se definen las variables que están presentes en el estudio y el segmento de la población meta. El enfoque delimitado y los elementos establecidos son de suma importancia cumplir, debido a que garantizan una estructura clave para establecer el estudio.

Para efectos de este proyecto, se llevó a cabo una encuesta de manera digital a través de un formulario creado la herramienta de Google Forms, el cual fue distribuido y publicado en redes sociales para alcanzar la mayor cantidad de personas, con un enfoque hacia los ciudadanos de los cantones de Cartago, El Guarco, Oreamuno y Paraíso, para evaluar la percepción de las personas usuarias en la gestión de los residuos sólidos, el reciclaje y la importancia de que exista un espacio para educar a la población.

Para esta encuesta se utilizará la metodología según un universo finito, debido a que contamos con la cantidad de personas de estos cuatro cantones, para lograr lo anterior, se hace uso de la siguiente fórmula propuesta por Murray y Larry (2005) donde tenemos que:

n	Es el tamaño de la muestra poblacional a obtener
N	Es el tamaño de la población total
σ	Representa la desviación estándar de la población. En caso de desconocer este dato es común utilizar un valor constante que equivale a 0.5
Z	Valor obtenido mediante niveles de confianza. Su valor es una constante, por lo general, se tienen dos valores dependiendo el grado de confianza que se desee, siendo 99% el valor más alto (este valor equivale a 2.58) y 95% (1.96) el valor mínimo aceptado para considerar la investigación como confiable.
e	Representa el límite aceptable de error muestral, generalmente va del 1 (0.01) al 9% (0.09), siendo 5% (0.05) el valor estándar usado en las investigaciones.

Tabla 8. Metodología de cálculo para determinar la fracción de la totalidad de individuos a ser evaluados para encuesta de percepción.

Fuente: elaboración propia.

Cálculo del tamaño de una muestra por niveles de confianza									
Nivel de confianza	95%	94%	93%	92%	91%	90%	80%	60%	50%
Z	1.96	1.88	1.81	1.75	1.69	1.65	1.28	1	0.67

Tabla 9. Tabla de apoyo al cálculo del tamaño de una muestra por niveles de confianza.

Fuente: elaboración propia.

$$n = \frac{Z^2 \cdot \sigma^2 \cdot N}{1 - e^2 + Z^2 \cdot \sigma^2 \cdot e^2}$$

150

$N = 327554$
 $\sigma = 0.5$
 $Z = 1.96$

$$E = 8\%$$

3.5. Programación y proyección

Se cuenta aproximadamente con cinco meses para la realización del proyecto. Para mantener un orden y proceso lo más claros posibles en cuanto a entregables, se realiza un cuadro de tipo calendario constituido en semanas que estarán segmentadas por tareas, revisiones proyectadas con el objetivo de contar con un avance que permita una correcta realización del trabajo de manera óptima.

Para la ejecución del proyecto de un centro de reciclaje se propone una serie de procesos, los cuales se han previsto según los objetivos planteados. La arquitectura sustentable permite reducir el gasto energético del edificio, así como la utilización de diversas estrategias, haciéndolo más eficiente y ecológicamente más amigable. Tanto el programa arquitectónico como su solución estructural y espacial volverán el proyecto más eficiente en el correcto tratamiento de los procesos.

Este proceso se basa en que las municipalidades utilicen la planta y trasladen todos los desechos que son recolectados, así como los que se encuentran en la calle, de esta manera, se logrará reducir la cantidad de desechos que están destinados a los rellenos y poder disminuir la contaminación ambiental, al igual que este tipo de proyectos son un incentivo tanto a la población para reciclen y hagan la correcta separación de los residuos como a las empresas para utilizar el concepto de economía circular.

Las distintas municipalidades deberán contar con distintos planes para que su recolección sea más eficiente y un planteamiento de educación ambiental con las instituciones educativas y la ciudadanía para la utilización del área educacional destinada en el proyecto. Su construcción reduce los costos en el transporte de los desechos sólidos a los rellenos sanitarios, de igual manera, en pagar a empresas privadas para su tratamiento e impulsa y prepara a la ciudadanía en la educación de la correcta disposición de los desechos.

Semana	Fechas	Actividad	Resultado
1	4 julio - 10 julio	Comienzo del capítulo 2	Delimitación de temática que sustentara el proyecto
2	11 julio - 16 julio	Desarrollo de los temas y envío de documento al tutor para revisión	Conceptos, teorías y temáticas que explicaran y orientan el proyecto
3	17 julio - 23 julio	Revisión 1	Revisión capítulo 2
4	25 julio - 30 julio	Revisión 2	Explicación del capítulo 3
5	31 julio - 6 agosto	Casos de estudio, marco legal	Se analizan casos de estudio similares en diferentes aspectos para la planta, se sienta el contexto legal por el cual debe establecer el diseño
6	6 agosto - 13 agosto	Enfoque de la investigación, tipos de investigación, fuentes, muestra e instrumentos	Se establece el enfoque por el cual se fundamenta la investigación, el tipo de investigación por el cual se fundamenta el trabajo y se plantea el público meta, la muestra de estudio, las fuentes de información y los instrumentos a utilizar.
7	14 agosto - 20 agosto	Revisión 3	Revisión del capítulo 2 y 3
8	21 agosto - 27 agosto	Análisis de sitio mega, medio y micro	Análisis por medio de mapeos y gráficos a escala de los 4 cantones, análisis por medio de mapeos y gráficos de contexto a nivel del cantón de Cartago y análisis por medio de mapeos y gráficos a escala micro
9	28 agosto - 3 septiembre	Establecer concepto y diseño	Establecer concepto de diseño según análisis de temáticas y del análisis de sitio
10	4 septiembre - 10 septiembre	Revisión 4	Revisión del capítulo 4
11	11 septiembre - 17 septiembre	Diseño de la planta, exploración alzada a mano, vistas 3D	Exploración conceptual diseñando la planta propuesta desde distintas vistas y planos
12	18 septiembre - 24 septiembre	Montaje 3D en programa Archicad	Elaboración digital 3D de la planta
13	25 septiembre - 1 octubre	Revisión 5	Revisión del diseño
14	2 octubre - 8 octubre	Correcciones del trabajo escrito	Correcciones del trabajo escrito dadas por el tutor
15	9 octubre - 15 octubre	Elaboración de planos	Elaboración de planos constructivos de la planta
16	16 octubre - 22 octubre	Revisión 6	Revisión de los capítulos y planos
17	23 octubre - 29 octubre	Revisión final del tutor	Revisión del trabajo
18	30 octubre - 5 noviembre	Revisión del lector	Revisión del trabajo
19	6 noviembre - 12 noviembre	Correcciones del lector	Correcciones del trabajo escrito dadas por el lector
20	13 noviembre - 19 noviembre	Montaje libro final	Montaje de todos los capítulos corregidos por el tutor
21	20 noviembre - 26 noviembre	Correcciones finales, libro terminado, presentación	Detalles finales del proyecto de investigación
22	27 noviembre - 3 diciembre	Presentación final	Entrega de la tesis

Figura 73. Programación y proyección.

Fuente: elaboración propia.

3.6. Alcances y limitaciones

Por alcance se comprende como el resultado final del proyecto, los entregables y cómo logran hacia el usuario, la facilidad de comprender los procesos necesarios para el tratamiento de los residuos. Para efectos de un adecuado proyecto de investigación es importante delimitar los alcances esperados y las limitaciones con las que se encuentra el proyecto. Como alcances se plantean tres:

- 1- El proyecto se desarrollará a nivel de anteproyecto, con su respectivo modelado 3D, en el cual se presentarán planos arquitectónicos, estructurales y electromecánicos, cortes, diagramas y *renders*.
- 2- La investigación consta de un programa arquitectónico con todos los espacios necesarios para la realización de una planta de tratamiento, así como su parte administrativa.
- 3- La propuesta abarca todos los procesos que suceden en la planta y su respectiva diagramación de flujos para comprender su funcionamiento.

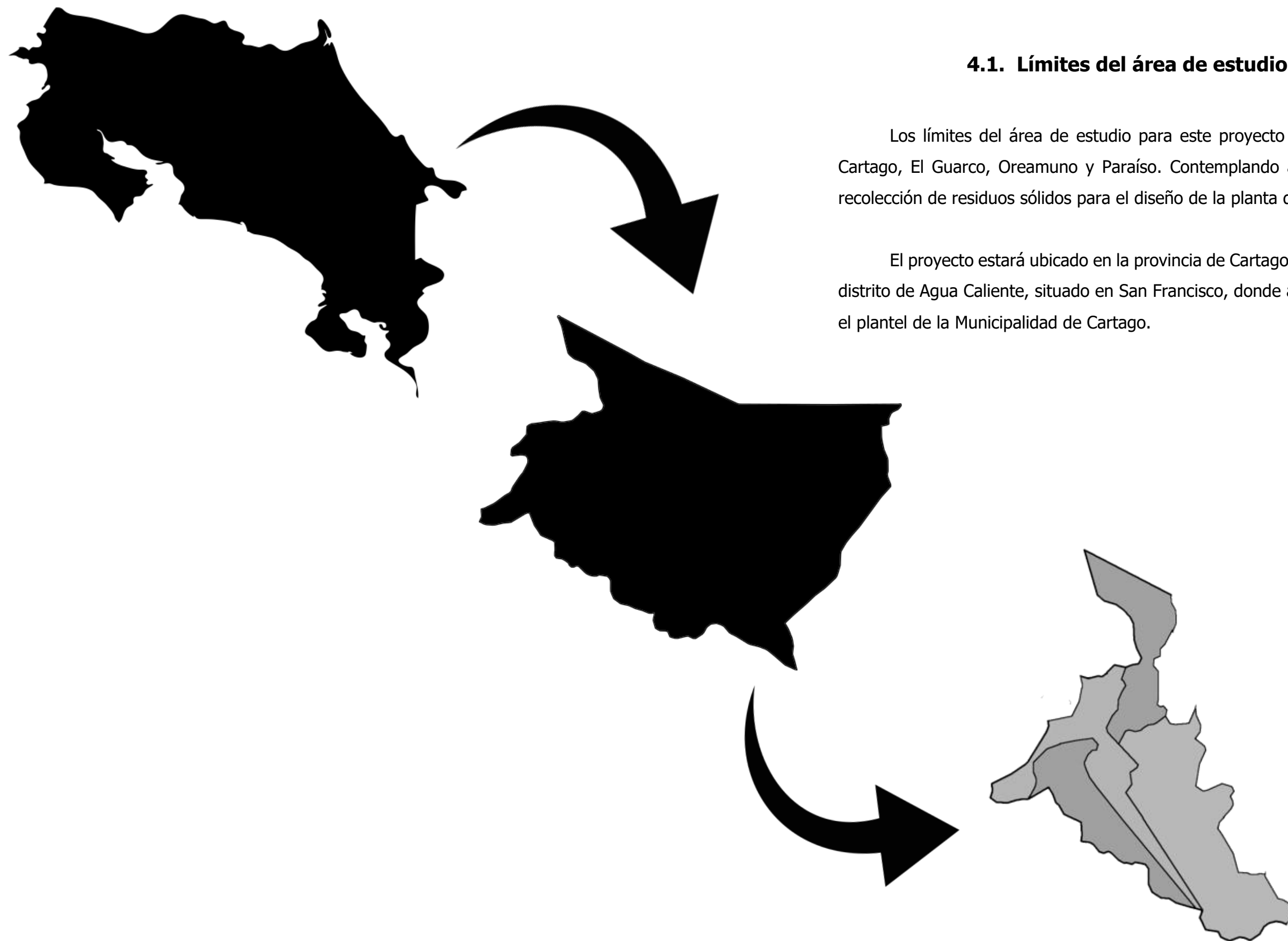
En cuanto a las limitaciones, existen varias que se presentan, las cuales reducen el alcance de la investigación, pero no tienen una afectación considerable. Para efectos del proceso investigativo es de importancia plantear las limitaciones que se encuentran durante su realización. De igual forma que los alcances, se delimitan tres limitaciones claves:

- 1- Falta de información de los casos de estudio en el país.
- 2- Las instalaciones eléctricas de las maquinarias utilizadas en este tipo de proyecto que, al ser especializadas, no se cuenta con la información técnica para resolverlo a cabalidad.
- 3- A nivel de modelado 3D, no se cuenta con la maquinaria real de un proyecto de esta índole; por lo tanto, la maquinaria vista es de manera representativa para demostrar cómo irían en el proyecto.

Al plantear los alcances y limitaciones, el lector puede comprender el contexto con el que el autor se encuentra al realizar el actual proyecto de investigación. Se delimitan los alcances deseados y las limitaciones que se encontraron y de esta manera, se logre entender el producto restante del proyecto. En dado caso que se desee continuar con el trabajo de investigación o futuros proyectos de índole similar, se aconseja analizar el proyecto desde los procesos que requiera la planta, debido a que existen distintos tipos de planta con diferentes procesos. El contexto en el que se plantea este proyecto es en la creación de una planta de recuperación y tratamiento de residuos sólidos para los cantones de Cartago, El Guarco, Oreamuno y Paraíso, con el fin de reducir la cantidad de desechos enviados a los rellenos sanitarios, los cuales tienen una vida útil limitada y al ser estos residuos, la tercera mayor fuente de emisiones en Costa Rica.

CAPÍTULO IV

Análisis del Contexto



4.1. Límites del área de estudio y ubicación

Los límites del área de estudio para este proyecto abarcan los cantones de Cartago, El Guarco, Oreamuno y Paraíso. Contemplando así el mayor volumen de recolección de residuos sólidos para el diseño de la planta de reciclaje.

El proyecto estará ubicado en la provincia de Cartago, en el cantón de Cartago, distrito de Agua Caliente, situado en San Francisco, donde actualmente se encuentra el plantel de la Municipalidad de Cartago.

Ubicación

Figura 74. Ubicación.

Fuente: elaboración propia

4.1.2. Historia de la provincia

La ciudad de Cartago fue fundada en 1563 por Juan Vázquez de Coronado quien fuera un conquistador español, limita al sur y al oeste con San José y al norte y al este con Limón, cuya superficie es de 3124 km², en la confluencia de los ríos Purires y Coris, como ciudad principal de la provincia del mismo nombre. En el año de 1572 el conquistador Perafán de Ribera la trasladó a un sitio llamado Matarredonda, que aparentemente se hallaba en la confluencia de los ríos Tiribí y Damas, y, por último, Alonso Anguciana de Gamboa la mudó a su actual emplazamiento en 1574. También es una de las más ricas en tradición colonial, fue la capital de Costa Rica hasta 1823, fecha en que se traslada a la ciudad de San José.

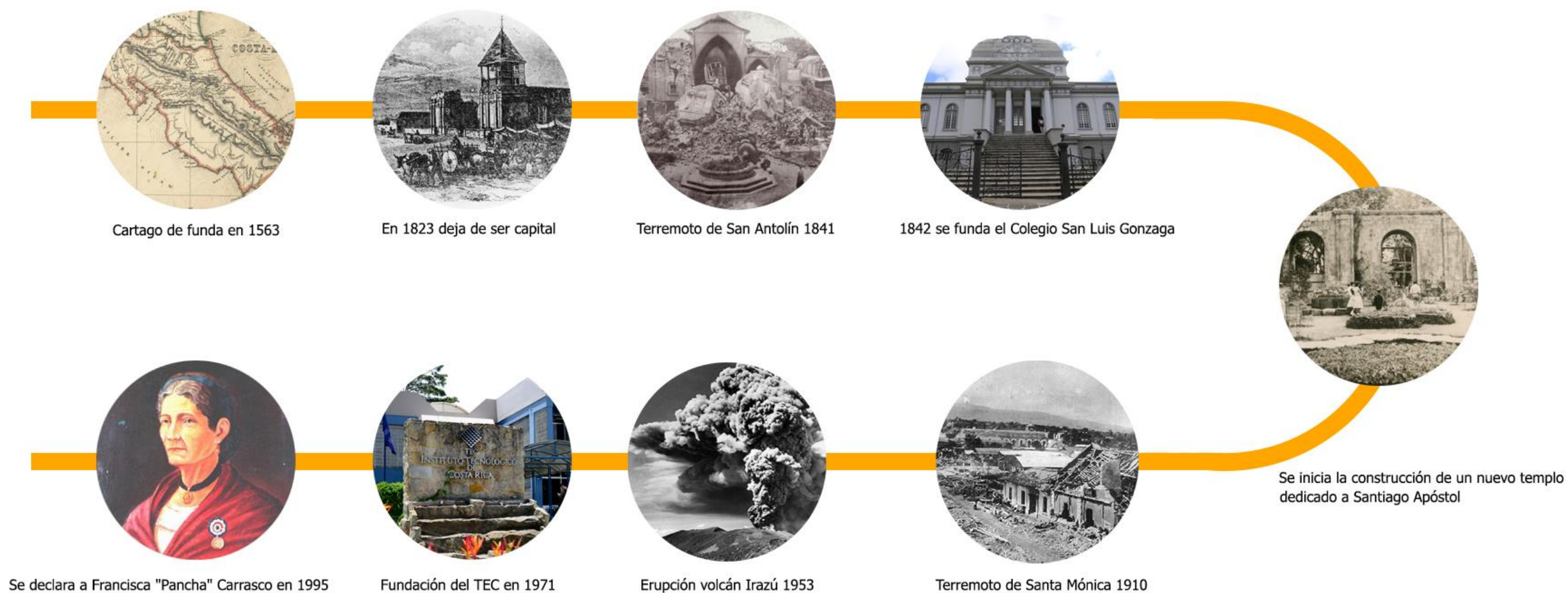


Figura 75. Línea de tiempo de Cartago.

Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Características del área

Actualmente y con base en las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica (2022), la población de la provincia de Cartago es de 547 691 personas; sin embargo, el 60% de la población vive en los cuatro cantones delimitados para el proyecto, los cuales son Cartago, El Guarco, Oreamuno y Paraíso, donde la población es de 327 554 personas.

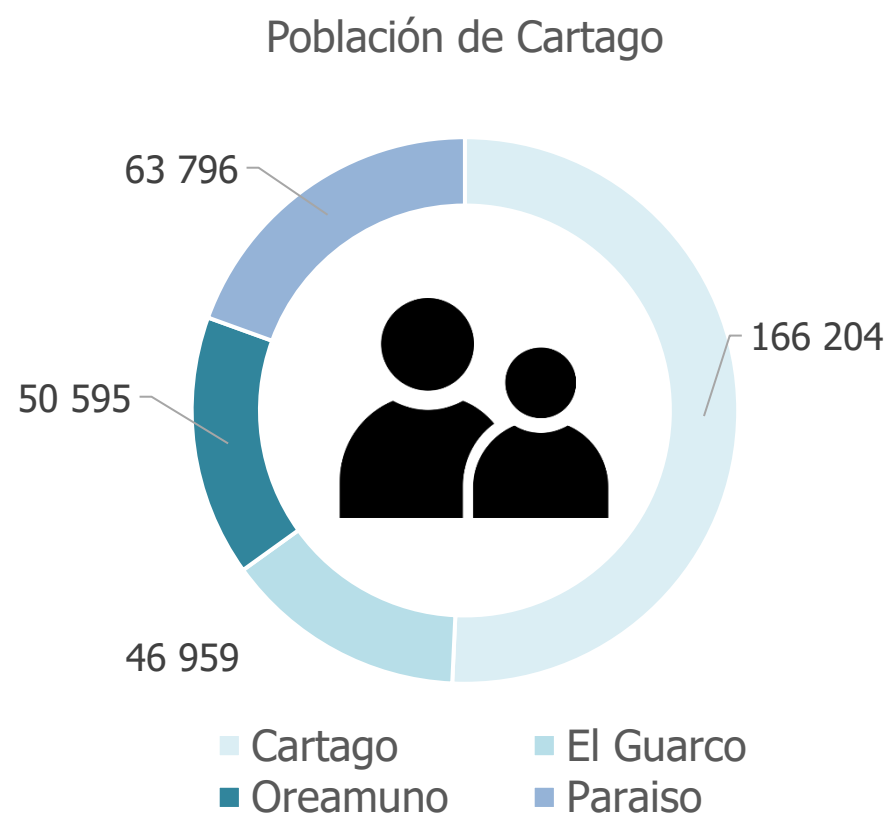


Figura 76. Población cantonal (2022).

Fuente: elaboración propia, con base en datos del INEC

Además, según estas proyecciones, se estima un aumento del 2% para el año 2025 respecto a 2022, pasando de 327 554 habitantes en 2022 a 333 119 para 2025. Con estos datos se tiene que garantizar que la planta dé abasto a la demanda de servicios e infraestructura, incluyendo de esta manera, la posible cantidad de residuos sólidos ante el aumento de la población.

Cantón	Población al 2022	Población al 2025	% del total
Cartago	166204	168971	2%
El Guarco	46959	47836	2%
Oreamuno	50595	51401	2%
Paraíso	63796	64911	2%
Población total	327554	333 119	

Tabla 10. Crecimiento poblacional, cantones de Cartago, El Guarco, Oreamuno y Paraíso.

Fuente: elaboración propia, con base en datos del INEC.

La siguiente gráfica muestra, según proyecciones del INEC, el crecimiento de la población entre los periodos 2022 – 2025 para los cantones de Cartago, El Guarco, Oreamuno y Paraíso:

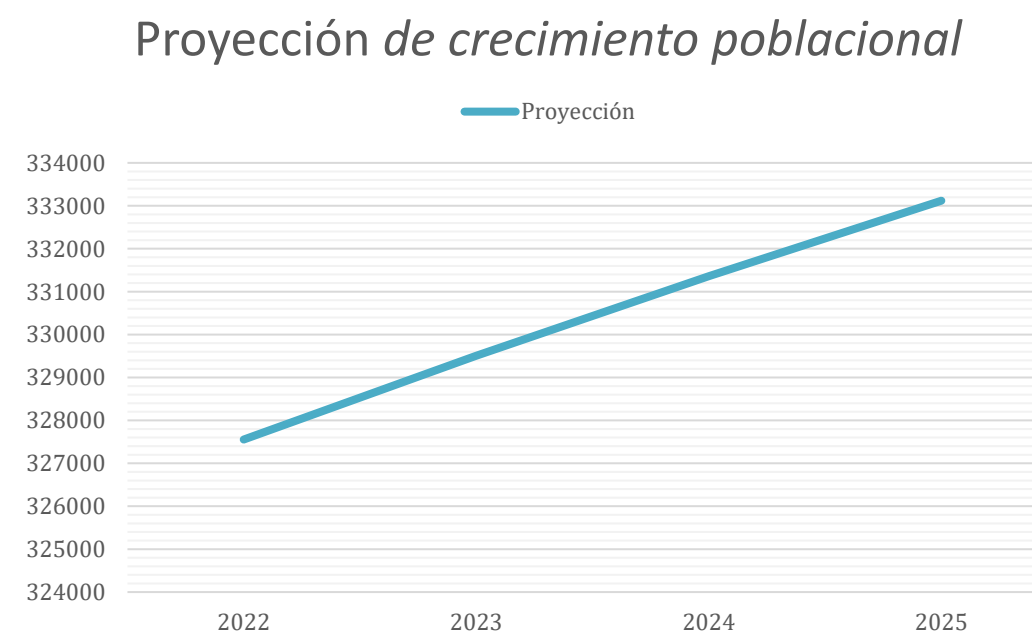


Figura 77. Proyección de crecimiento poblacional, cantones de Cartago, El Guarco, Oreamuno y Paraíso.

Fuente: elaboración propia, con base en datos del INEC.

4.1.4. Análisis económico

El factor económico en el cantón de Cartago históricamente han sido las actividades agrícola y ganadera, las principales actividades generadoras de empleo, además, cuenta con grandes extensiones de superficies protegidas como áreas de conservación del medio ambiente (flora, fauna y otros recursos naturales). El sector agrícola continúa siendo muy importante para la economía cartaginesa, entre sus principales cultivos están: papa, café, hortalizas (Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local de Cartago, 2021-2031, Municipalidad de Cartago, p. 27).

Según un Censo Nacional Agropecuario del INEC (2014), en el cantón de Cartago 1575 hombres y 250 mujeres se dedican a trabajar en fincas agropecuarias; por lo tanto, un 13.7% de mujeres trabaja en la zona agropecuaria. (Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local de Cartago, 2021-2031, Municipalidad de Cartago, p. 28).

Además de esto, el cantón de Cartago cuenta con la atracción de inversiones en alta tecnología e industria médica y electrónica, entre otras. Ha sido una zona de interés para empresas que exportan vía marítima hacia América Latina, el Caribe y el resto del mundo, debido a su ubicación cercana al puerto de Limón, aunque también es preferida por empresas que exportan vía aérea. Además, cuenta con una subestación eléctrica, redes de telecomunicaciones de clase mundial y un proyecto de fibra óptica para toda la provincia, posee una diversificación de industrias impulsada por sus parques industriales y un modelo de organización e impulso en la generación de condiciones de competitividad y atracción de inversiones por medio de la Zona Económica Especial, sobre la cual hay mayor detalle adelante (Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local de Cartago, 2021-2031, Municipalidad de Cartago, p. 29).

POBLACION OCUPADA DE CARTAGO										
POR: RAMA DE ACTIVIDAD (grupo mayor)										
SEGÚN: PROVINCIA, CANTON Y DISTRITO										
PROVINCIA, CANTON Y DISTRITO	TOTAL	AGRICULTURA Y GANADERIA	PESCA	MINAS Y CANTERAS	INDUSTRIA MANUFACT.	ELECTRICIDAD GAS Y AGUA	CONSTRUCCION	COMERCIO Y REPARACION	HOTELERIA Y RESTAURANTES	TRANSPORTE Y COMUNICACION
COSTA RICA	1.301.546	246.124	6.974	1.892	218.648	19.194	81.573	214.921	63.234	73.470
CARTAGO PROVINCIA	150.652	30.575	22	241	32.468	3.260	9.706	23.646	4.353	7.538
CARTAGO DISTRITO	46.685	6.538	5	95	11.516	628	3.094	8.261	1.267	2.499
Oriental	4.935	187	2	4	819	87	176	1.110	173	240
Occidental	4.339	96	-	-	823	70	159	917	141	235
Carmen	5.860	295	1	16	1.480	97	428	1.251	162	313
San Nicolás	7.721	376	-	22	2.447	141	591	1.497	240	495
Agua caliente o San Fco.	9.367	648	2	18	3.010	116	852	1.669	295	588
Guadalupe o Arenilla	4.317	237	-	8	1.461	50	375	710	121	267
Corralillo	3.197	1.539	-	1	336	16	201	336	32	116
Tierra Blanca	1.568	970	-	-	146	2	41	137	18	29
Dulce Nombre	2.409	412	-	2	619	35	141	394	53	142
Llano Grande	1.348	1.026	-	1	55	3	51	90	7	16
Quebradilla	1.624	752	-	23	320	11	79	150	25	58

Figura 78. Población ocupada por rama de actividad.

Fuente: Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local de Cartago 2021-2031.

ACTIVIDAD ECONÓMICA

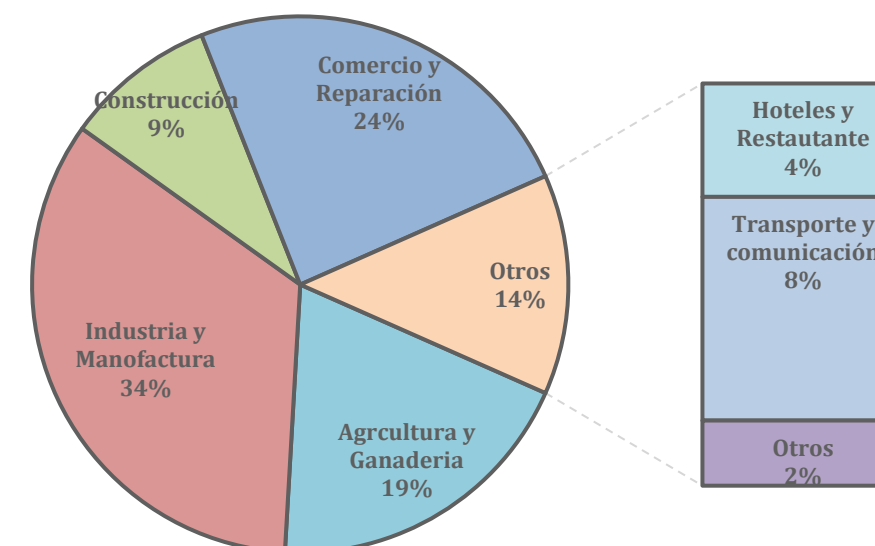
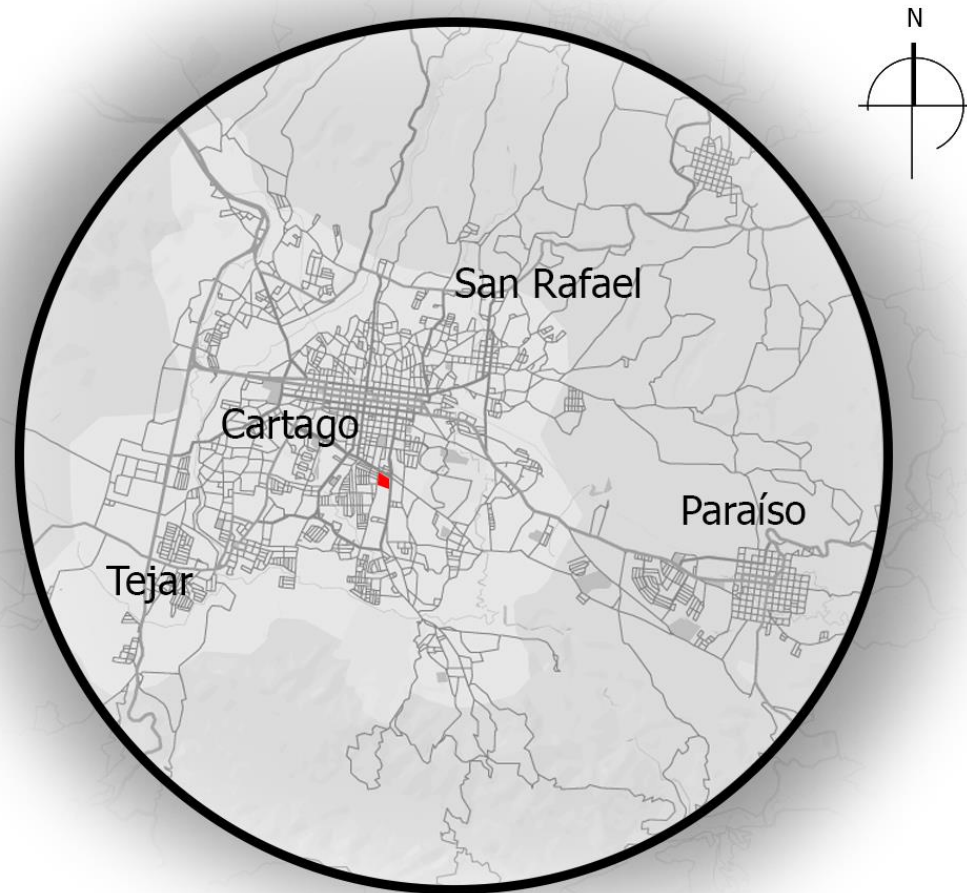


Figura 79. Actividad económica.

Fuente: elaboración propia.

4.2. Análisis Macro

Se considera para el análisis macro, las variables de vialidad y transporte, cabeceras de cantón, centros educativos, ubicación de plantas de reciclaje o centros de acopio, tomando en cuenta los cuatro cantones, pero por su magnitud, se partirá en un radio de 8 km del sitio donde se desarrollará el proyecto.

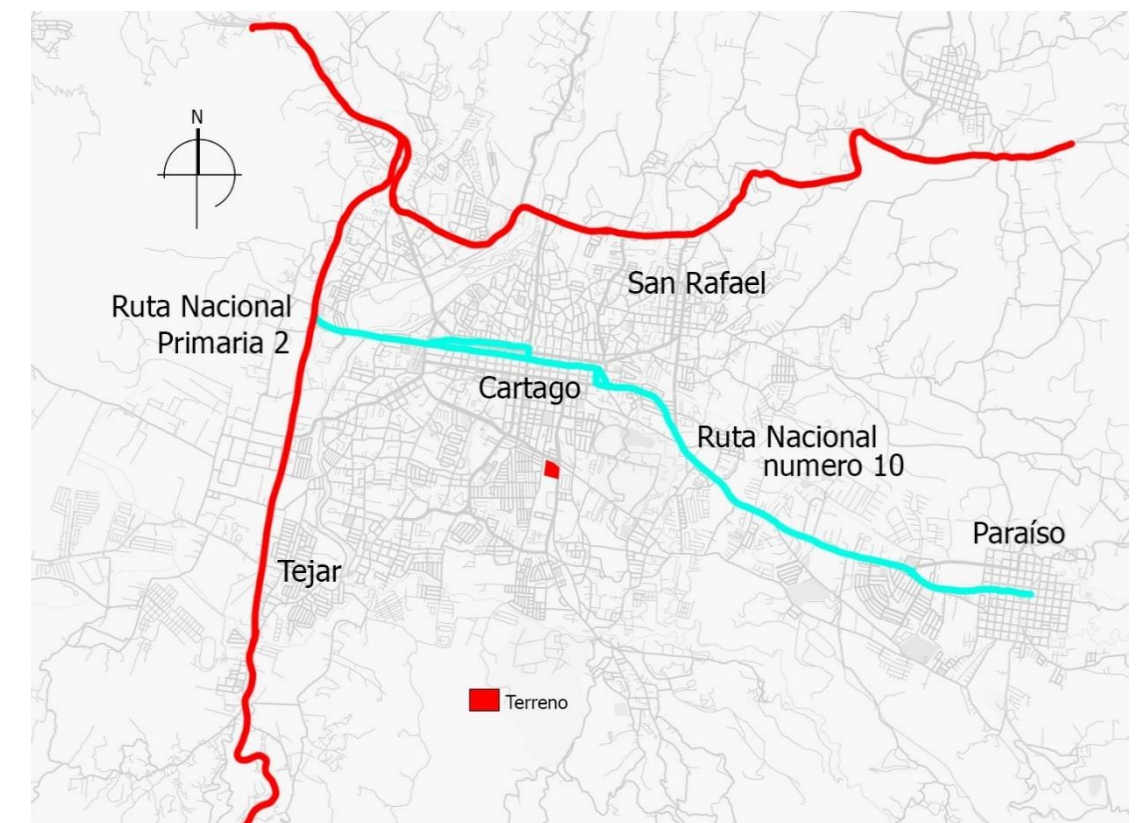


Mapa 1. Análisis macro.
Fuente: elaboración propia.

4.2.1. Vialidad y transporte

4.2.1.1. Vialidad

la Ruta Nacional Primaria 2 o Carretera Interamericana Sur recorre por estos cuatro cantones, la cual es el principal acceso a la provincia y conecta a los cantones de Cartago, El Guarco y Oreamuno, también está la Ruta Nacional número 10, que conecta el cantón de Cartago con el de Paraíso.

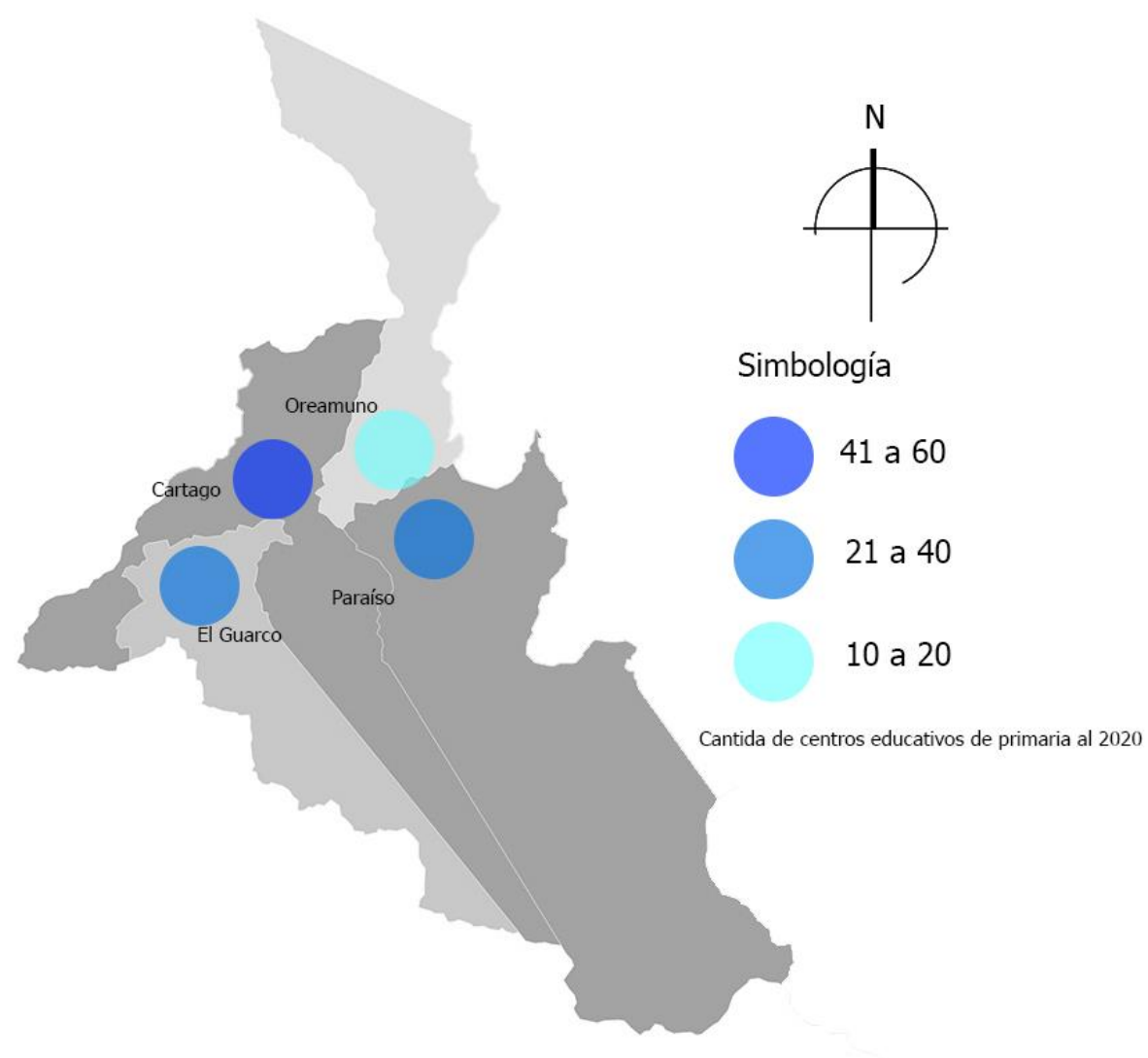


Mapa 2. Vías primarias.
Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Centros Educativos

4.2.2.1 Centros Educativos de Primaria

Los mayores puntos de concentración de centros educativos de primaria se encuentran ubicados en los cantones de Cartago, El Guarco y Paraíso, tienen una diferencia muy poca, de tan solo uno y el que menor cantidad posee es el de Oreamuno, se puede notar que, con el análisis de población, aunque este último tiene más población que El Guarco, tiene menos.

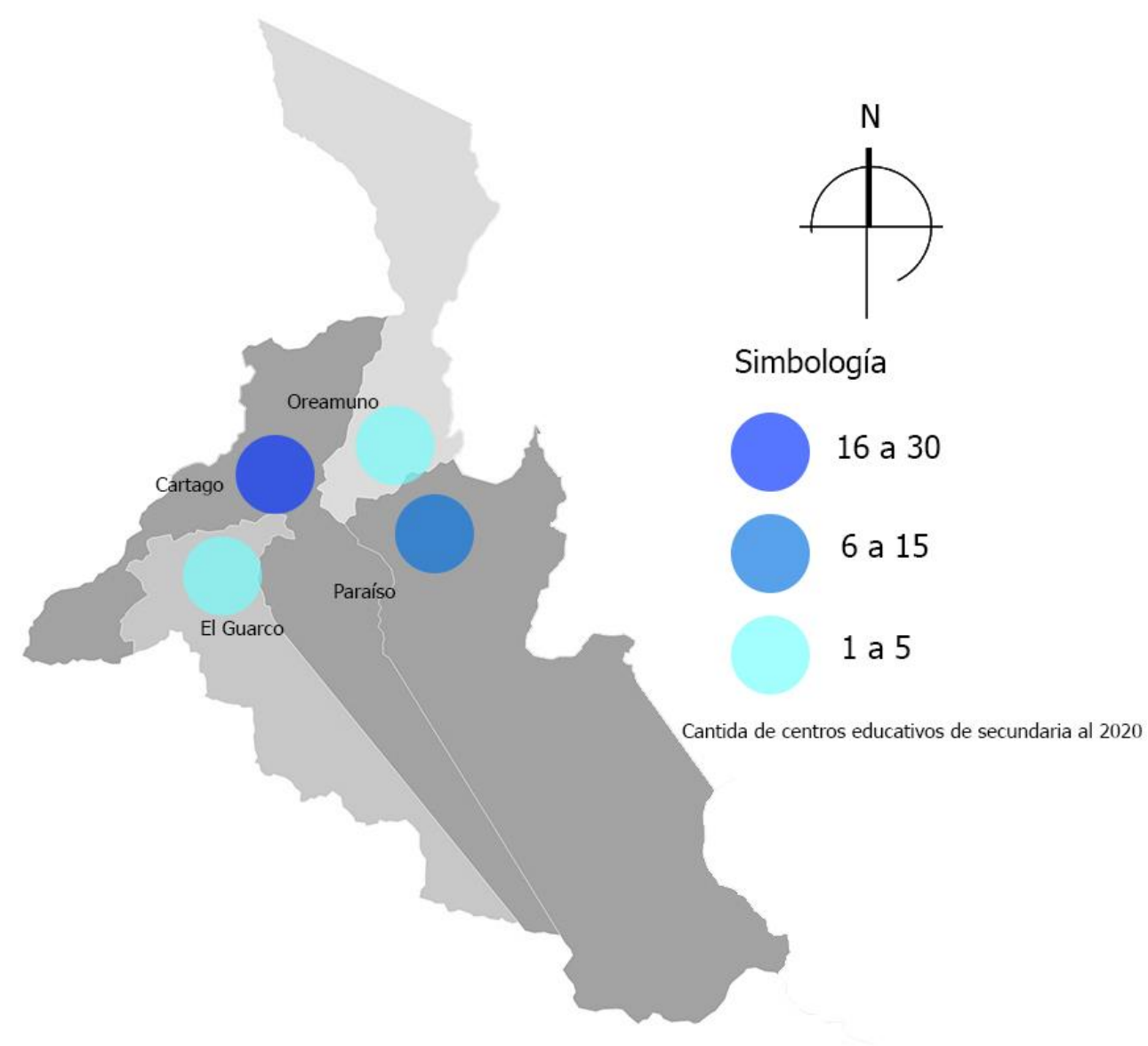


Mapa 3. Centros educativos de primaria.

Fuente: elaboración propia con datos del MEP.

4.2.2.2 Centros Educativos de Secundaria

Donde existen los mayores puntos de concentración de centros educativos de secundaria, están ubicados en el cantón de Cartago, el de Paraíso es el segundo que cuenta con mayor número de centros y cabe destacar que los de El Guarco y Oreamuno tienen muy pocos centros.

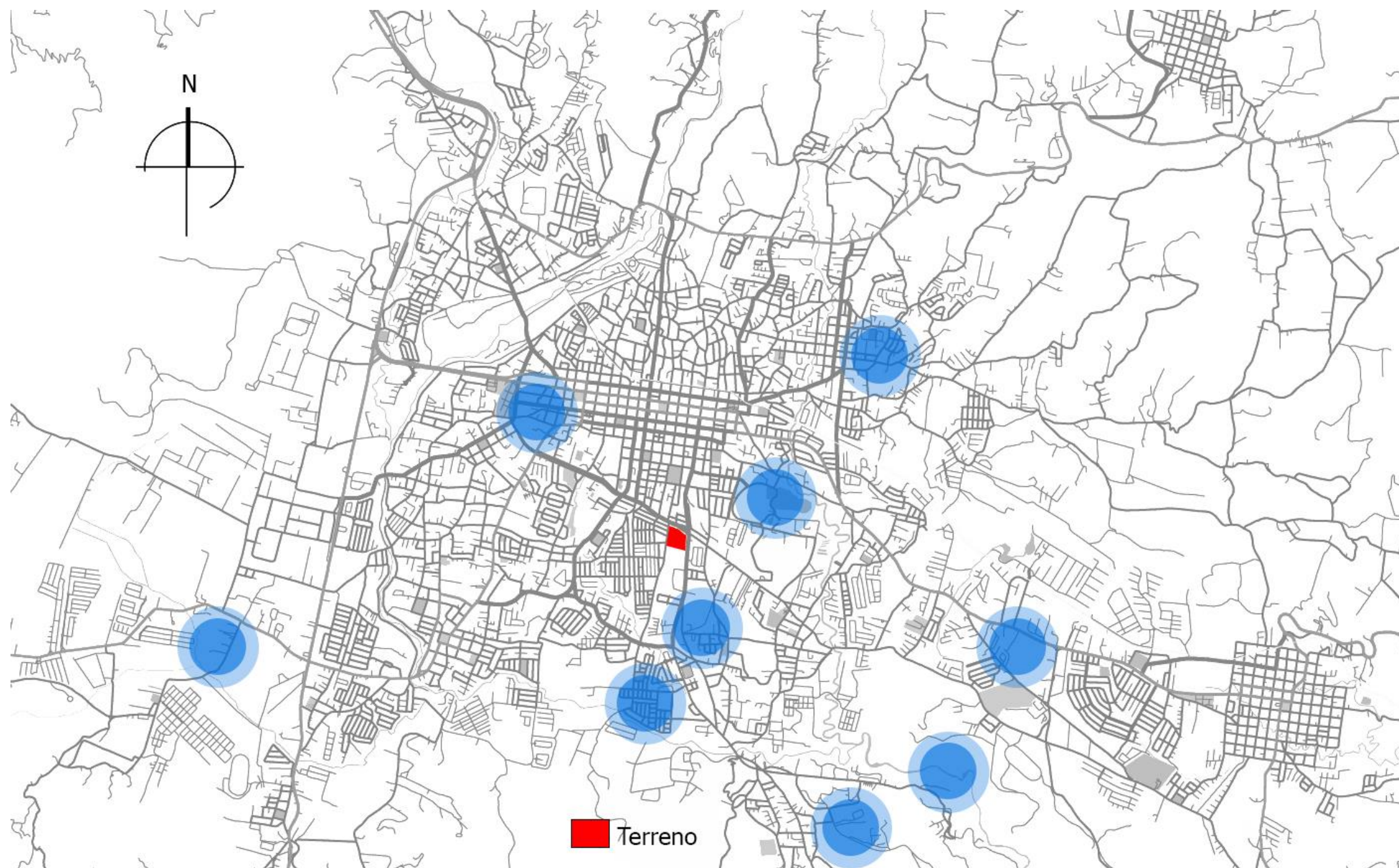


Mapa 4. Centros educativos secundaria.

Fuente: elaboración propia con datos del MEP.

4.2.3. Centros de Reciclaje o Acopio

Se muestran en el gráfico, los centros de reciclaje o de acopio que se encuentran en estos cuatro cantones, en su mayoría se encuentran en la zona sur; sin embargo, muchos de estos centros no cuentan con las condiciones necesarias para el tratamiento adecuado de los residuos.



Mapa 5. Centros de reciclaje.

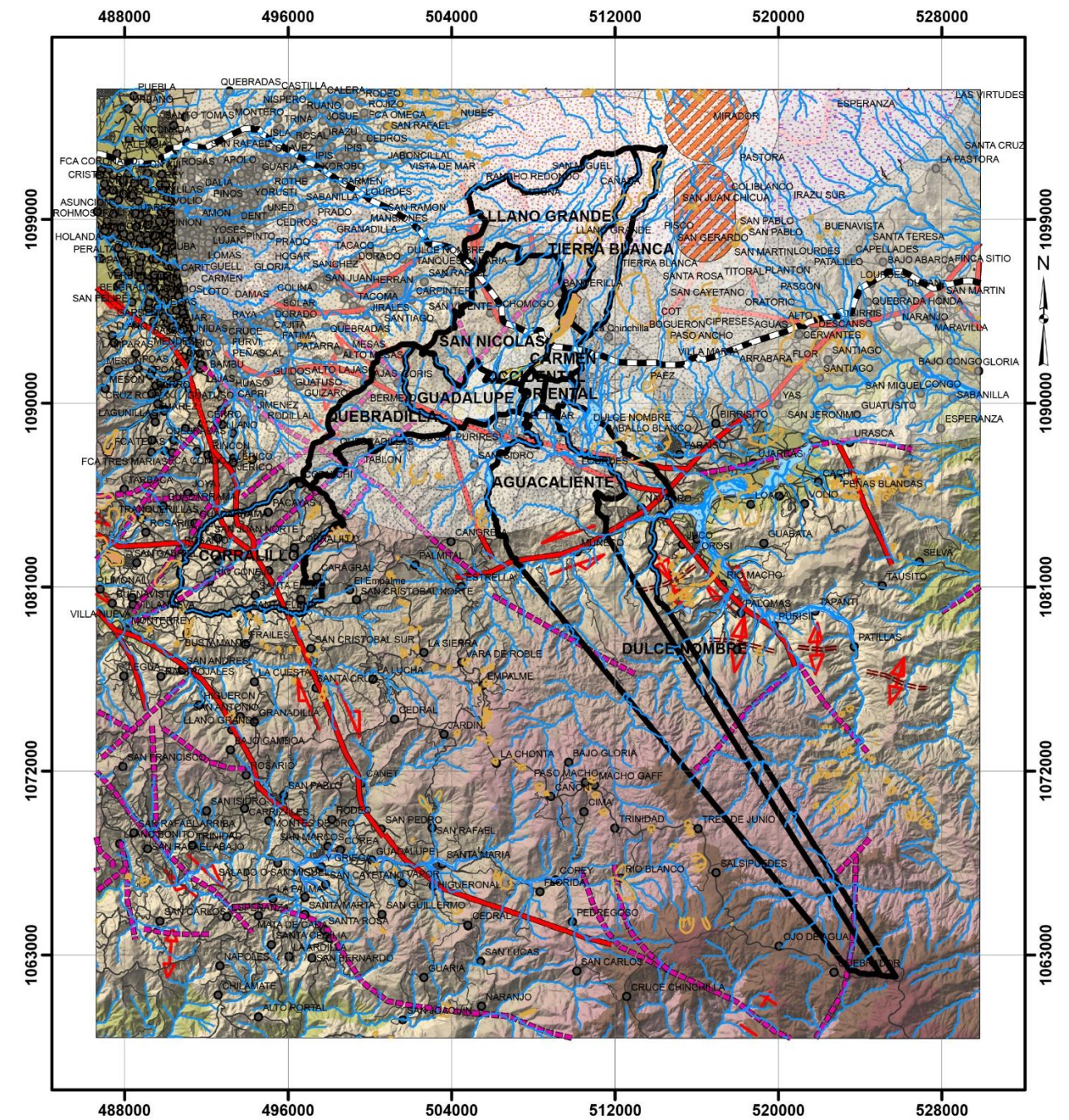
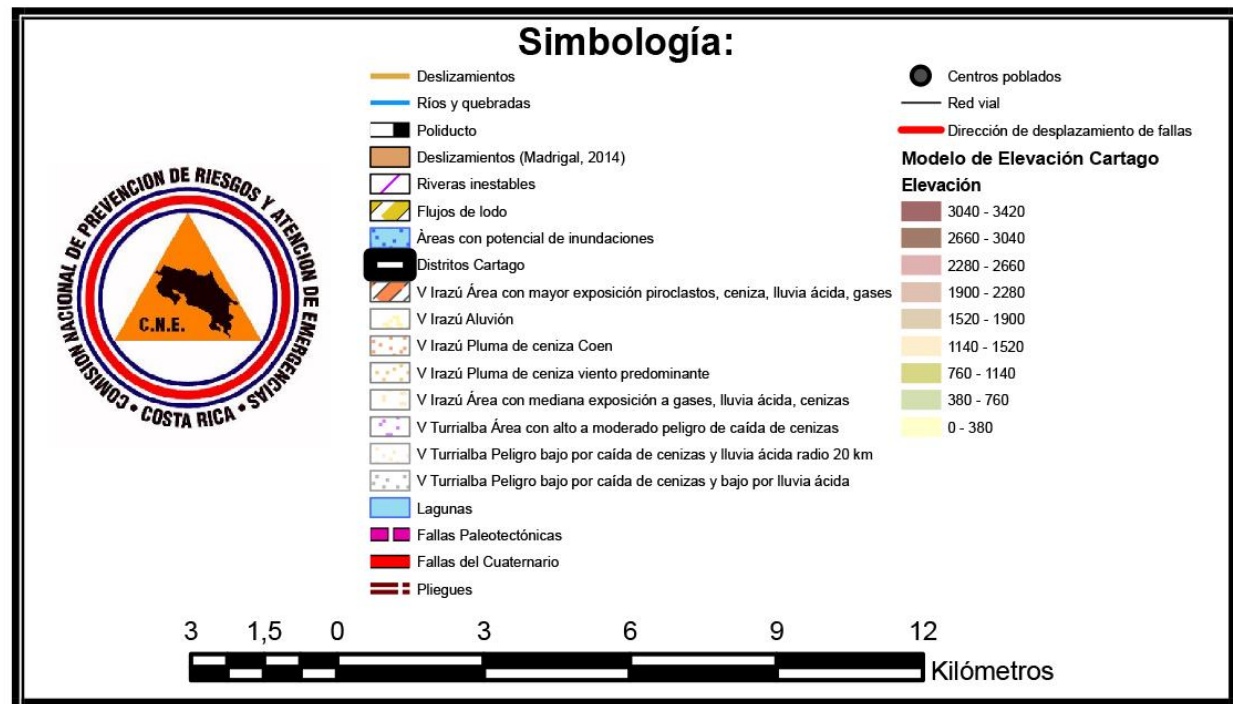
Fuente: elaboración propia.

4.2.4. Zonas de vulnerabilidad y riesgo

El cantón de Cartago, según datos de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE), se localiza en una de las regiones del país que históricamente han presentado más actividad sísmica destructiva (2 setiembre de 1841 y 4 mayo de 1910), estos eventos sísmicos se han caracterizado por ser superficiales, relativamente cercanos a la ciudad de Cartago. A unos 3 km al sur de la ciudad de Cartago existe un importante sistema de fallas, el cual es uno de los rasgos más notorios de esta parte del Valle Central, pasando muy cerca de poblados como Coris, San Francisco, Dulce Nombre y Navarro.

Cartago cuenta con riesgo de actividad volcánica debido a que se localiza uno de los volcanes, de mayor actividad del Valle Central, como lo es el volcán Irazú. Por otro lado, también debe considerarse la posibilidad de que en caso de que se generen erupciones de gran magnitud en el volcán Turrialba (ubicado a 25 km al NW de la ciudad de Cartago), las cenizas podrían afectar parcialmente la parte norte del cantón.

Referente al proyecto, no se asocian riesgos potenciales de desastres naturales en la ubicación del proyecto; no obstante, debe hacerse los estudios técnicos correspondientes al momento de que se comiencen las obras de construcción en sitio.



Mapa 6. Amenazas y peligros naturales del cantón de Cartago, Cartago.

Fuente: Comisión Nacional de Emergencias y Red Sismológica Nacional

4.2.5. Encuesta de percepción

Las 150 personas que respondieron a la encuesta tienen un rango de edad de 15 a 30 años, de esta manera, podemos observar que los más interesados son las personas jóvenes, lo cual es un indicativo de que quieren hacer un cambio o están preocupados por el medio ambiente.

Con esta encuesta se pretende identificar, además de los aspectos cualitativos y cuantitativos de la percepción que tienen las personas sobre el manejo de los residuos sólidos y temas de reciclaje, es la necesidad de una planta apta de reciclaje y tratamiento, con la integración de una buena o correcta educación y participación de los habitantes con el proyecto.

Recuento de ¿En que cantón vive?

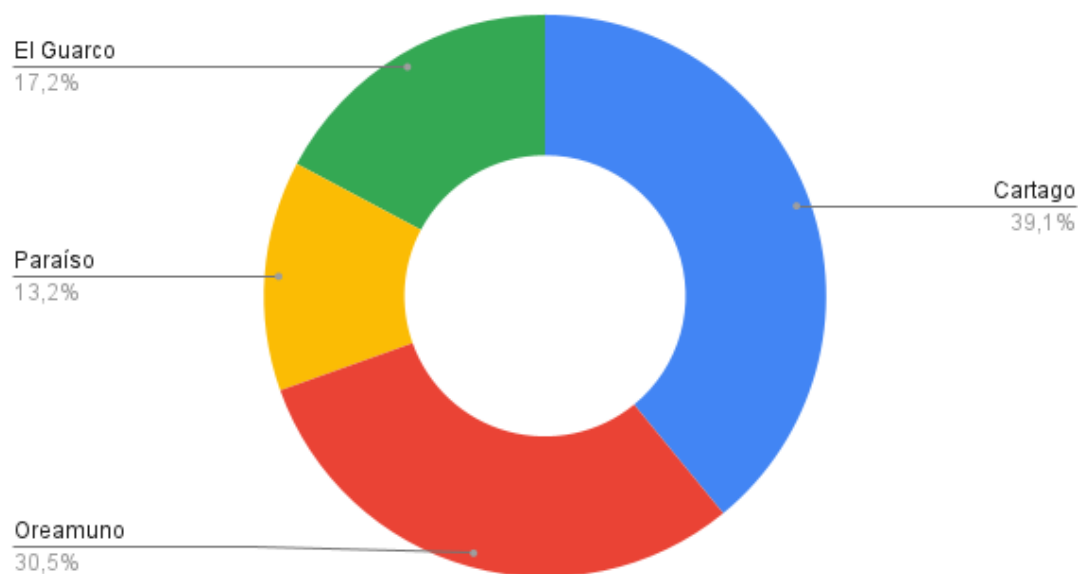


Figura 80. Cantones donde viven las personas que realizaron la encuesta.

Fuente: elaboración propia a partir de datos recopilados mediante Google Forms

A continuación, se detallará por elaboración propia utilizando unas gráficas con el resultado de las preguntas que fueron respondidas por los participantes que realizaron la encuesta, aplicando metodología indicada en el apartado 4.2.5, respecto al enfoque de los ciudadanos de los cantones de Cartago, El Guarco, Oreamuno y Paraíso, para evaluar la percepción de las personas usuarias en la gestión de los residuos sólidos, el reciclaje y la importancia de que exista un espacio para educar a la población.

¿En que rango de edad se encuentra?

151 respuestas

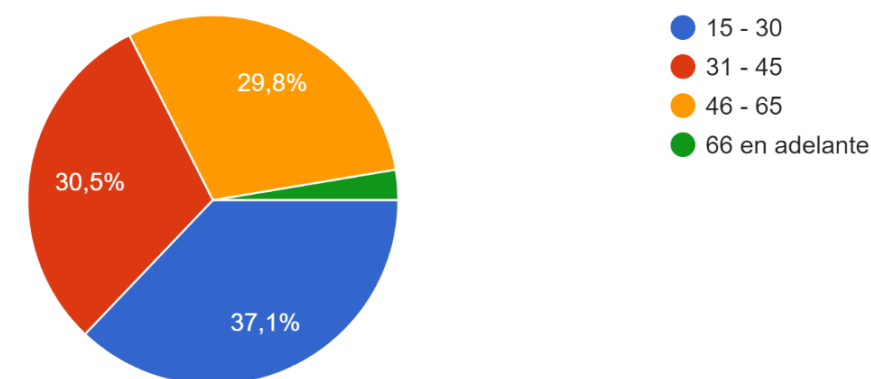
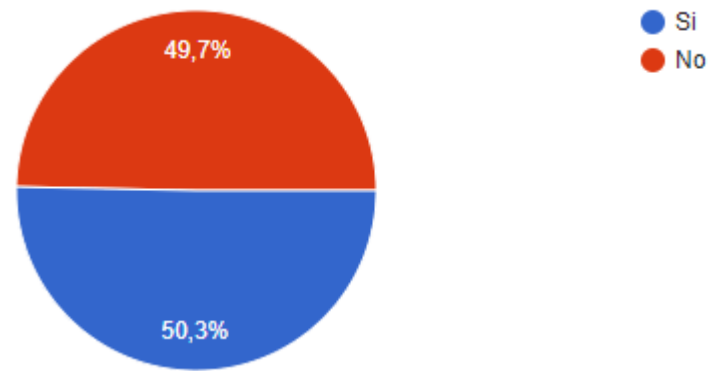


Figura 81. Rangos por edad de personas que aplicaron encuesta sobre un centro de reciclaje para los cantones de Cartago, El Guarco, Oreamuno y Paraíso.

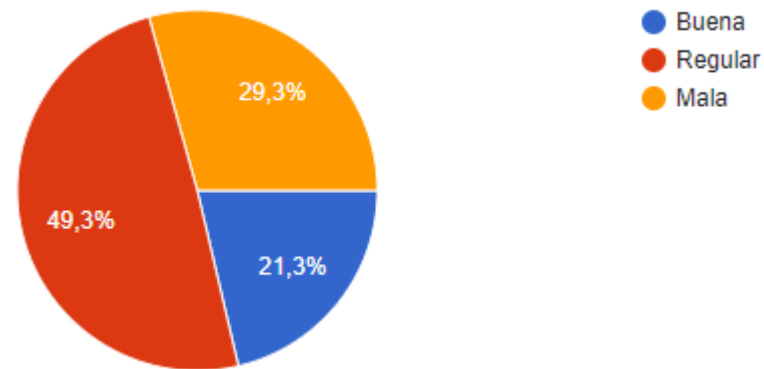
Fuente: elaboración propia a partir de datos recopilados mediante Google Forms

- **Componente: servicio de recolección**

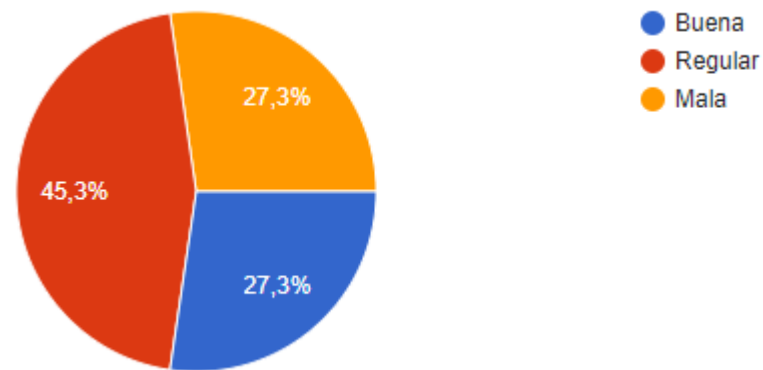
1- ¿En su cantón se realiza el servicio de recolección de residuos sólidos para el reciclaje?



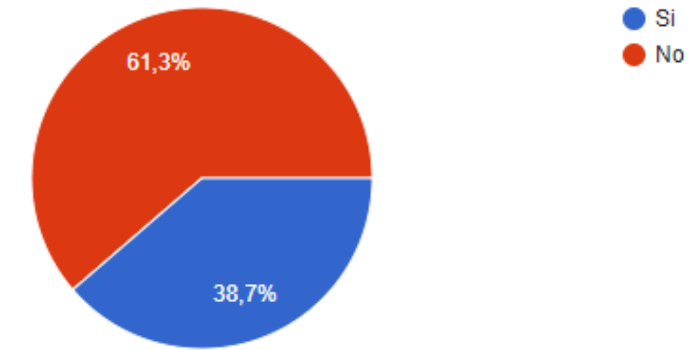
2- ¿Cómo considera la situación actual de residuos sólidos en el cantón donde vive?



3- ¿Cómo califica la calidad del servicio de la recolección de residuos sólidos?

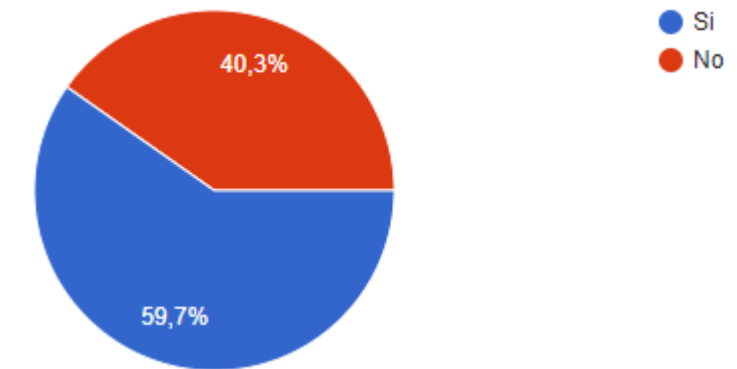


4- ¿Sabe que desde julio de 2010 se promulgó la Ley N.º 8839, Ley para la Gestión Integral de Residuos que obliga a separar los materiales reciclables de los residuos sólidos?

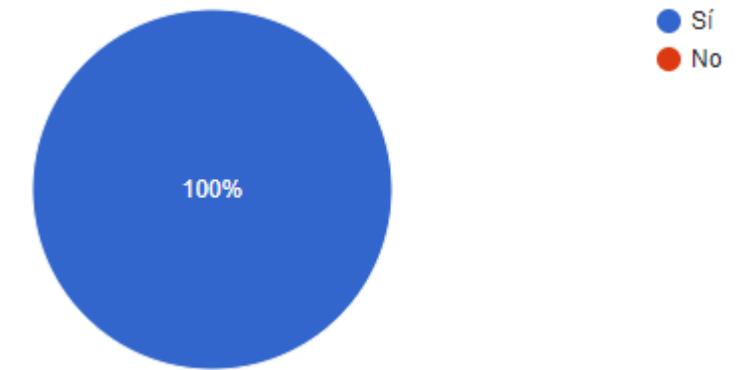


- **Componente: reciclaje y planta de reciclaje**

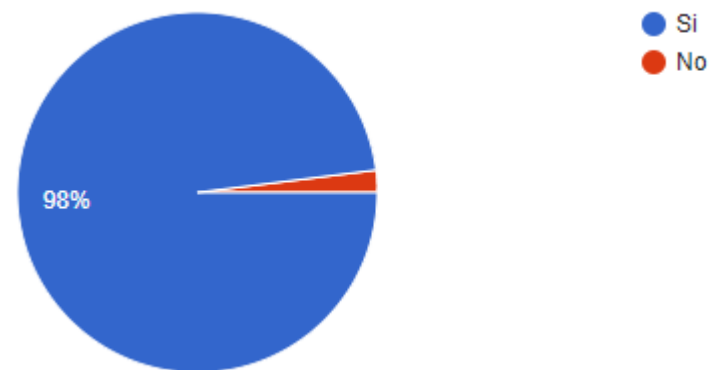
5- ¿Se practica en su hogar el reciclaje?



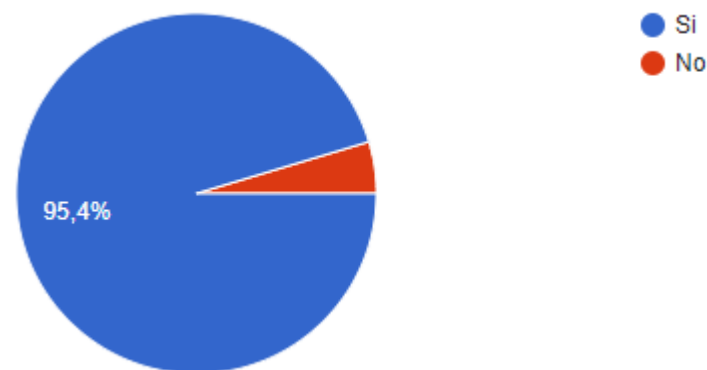
6- ¿Considera que el reciclaje es importante?



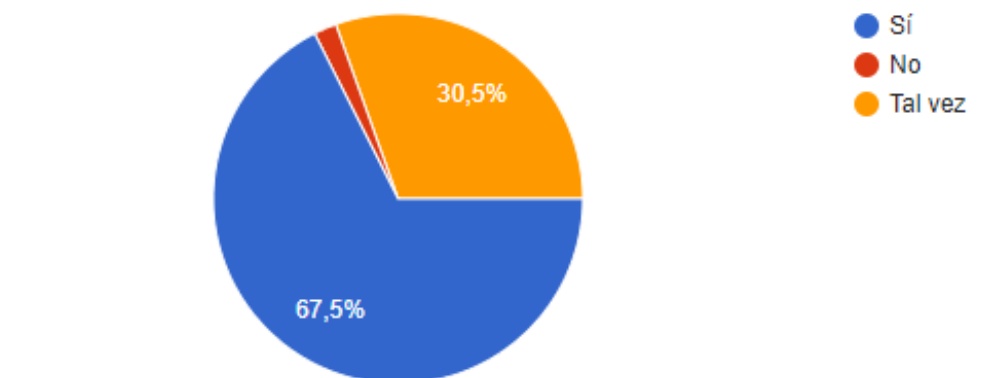
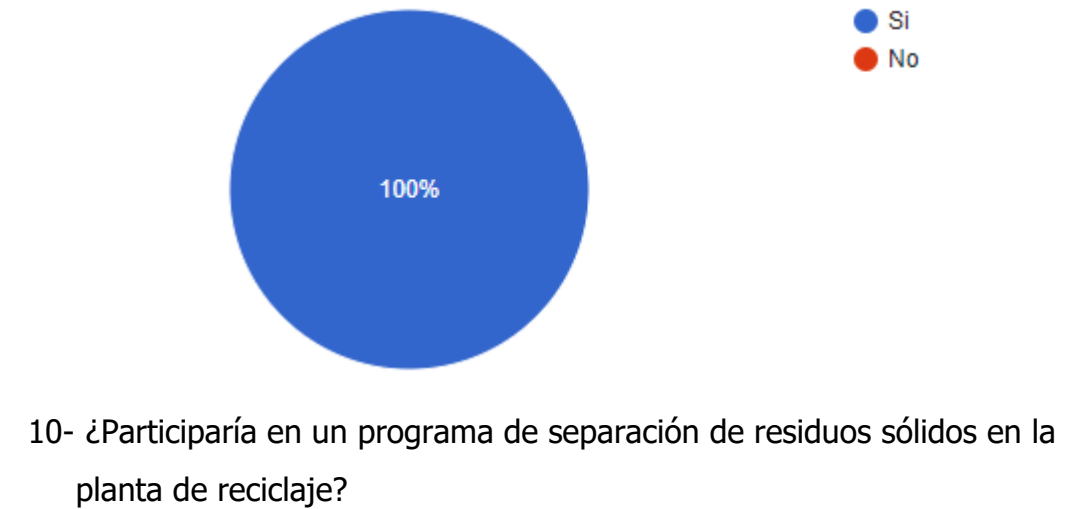
7- ¿Cree usted que una planta de reciclaje es necesaria para disminuir la contaminación ambiental en la provincia?



8- ¿Cree usted que, habiendo una planta apta de reciclaje para el manejo de los residuos sólidos, es un motivante para que las personas reciclen?



9- ¿Debería esta planta contar con un área para la educación ambiental, así como talleres de reciclaje para los niños y la participación ciudadana en temas de gestión de residuos?



Se le pidió a la población que respondió la encuesta que escribiera cualquier sugerencia, idea o comentario con respecto a este tema, para conocer la opinión y que piensan de este tipo de proyecto y estas son algunas de las respuestas:

- Es una buena idea la creación de una planta para diferentes tipos de materiales.
- Reciclar es vivir con pocos residuos que contaminan al ambiente y por eso es importante.
- Que los mismos camiones recolectores informen a la población sobre la recolección de residuos separados para reciclaje.
- Se debe hacer cumplir la Ley N.º 8839 a las municipalidades para que cumplan mejor sus funciones.
- Muy interesante, porque lo desconocía.
- Sería excelente que desde niños les enseñen a reciclar, tanto en kínder, escuelas y colegios.

- Se debería educar a la ciudadanía a separar los residuos sólidos para reciclaje y asignar un día a la semana para recogerlos y no ser el mismo ciudadano que los haga llegar al centro de acopio, ya que, si no cuenta con un medio de transporte, prefiere no hacerlo.
- En Oreamuno tienen personas trabajando en eso y uno tiene que llevar todo separado y hay muchos artículos que no reciben. También deberían recibir aparatos electrónicos, porque casi en ninguna parte los reciben.
- En el cantón si hay reciclaje, pero no lo recogen, uno tiene que ir a dejarlo. Además considero que el separar los residuos sólidos está bien, hay programas como Ecoins que se ven bien, el problema es a la hora de aplicarlos, los personeros de la Municipalidad a veces no quieren trabajar y por todo se quejan, lo que le hace a uno pensar si el esfuerzo, agua, tiempo y demás, vale la pena al reciclar, cuando una persona con un salario solo lo recibe y se queja porque va con polvo o porque va todo en una misma bolsa, como si ellos no tuvieran el tiempo para separarlo ahí y bien con lo de Ecoins, pues es complicado porque no te apuntan nada, entonces es un buen programa, pero no funciona como debería, sería bueno poder conseguir información de parte de la Municipalidad sobre el porqué un día a la semana no pasan recogiendo residuos reciclables y que, lo que se recicle puedan donarlo.
- A emprendedores o empresas que trabajen con estos tipos de residuos. O por qué no se hace campañas de limpieza de ríos en Cartago (si es que, no existen estos tipos de campañas, que en lo personal no estoy enterado si lo hubiese).
- En mi cantón hay un centro municipal que recibe los residuos de reciclaje, el problema es que hay cosas que no reciben y ya uno no sabe qué es lo que tiene que llevar. Por ejemplo: no se puede llevar envases de mantequilla, entre otros, que, por lo general, al ser de plástico, uno cree que se recicla. Realmente necesitamos aprender más, que, desde la niñez, se tome conciencia de la importancia del reciclaje, pero que también los padres sean parte, porque si se les enseña a los niños y se deja por fuera a los padres, hasta ahí llega el proceso, pues los niños no

pueden llevar las cosas hasta un centro de reciclaje. ¡Gracias! Espero que le vaya muy bien con su proyecto.

La encuesta arroja los siguientes resultados:

- Las personas que se vieron más interesadas en responder la encuesta en su mayoría son personas jóvenes que van entre los 15 y los 30 años.
- La mitad de las personas encuestadas desconoce si existe un sistema de recolección y en la situación que se tiene actualmente de los residuos y su calidad en su recolección se considera regular.
- Existe una gran cantidad de personas que desconocen la Ley N.º 8839.
- Hay un gran porcentaje de hogares que practican el reciclaje y aunque no todos lo hagan, el 100% considera que el reciclaje es importante.
- Hay una tendencia en que prácticamente en su totalidad, las personas encuestadas ven necesaria una planta de reciclaje, debido a que se considera que esta puede disminuir la contaminación y los problemas ambientales de los cantones y debido a la misma, podría ser un motivante para empezar a reciclar.
- La totalidad de los encuestados considera que es prioritario un espacio educacional en los cuales existan talleres de reciclaje, así como la participación ciudadana, debido a que existe un desconocimiento de los procesos o qué materiales se pueden reciclar.

4.3. Análisis medio

4.3.1. Ubicación y datos generales

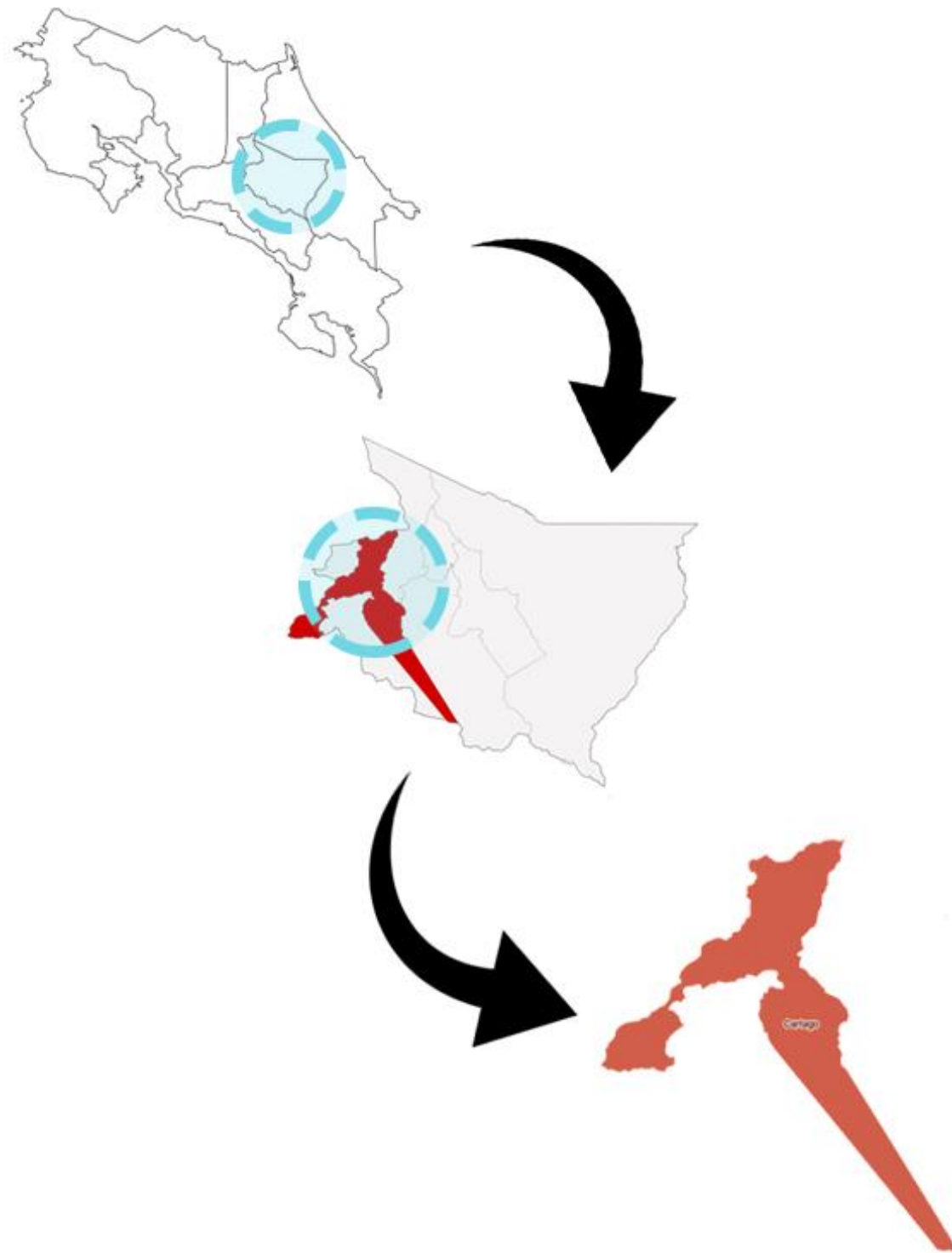


Figura 82. Ubicación análisis medio.

Fuente: elaboración propia.

El cantón de Cartago fue creado según la Ley N.º 36 del 7 de diciembre de 1848, siendo uno de los primeros del país, limita al norte con Goicoechea y Vásquez de Coronado, al sur con Desamparados y El Guarco, al oeste con Montes de Oca, La Unión y Desamparados y al este con Oreamuno y Paraíso. El cantón tiene una extensión de 287,77 km² y la población estimada de 166 204 personas. El cantón de Cartago está constituido por 11 distritos, los datos de población y densidad de población corresponden al X Censo de Población y Vivienda.

Distrito	Área Km ²	Población	Densidad	Viviendas
Oriental	2,39	12.227	5.115,90	3.927
Occidental	1,99	9.901	4.975,38	3.927
Carmen	4,22	17.425	4.129,15	4.891
San Nicolás (Taras)	28,23	25.927	918,42	6.988
Agua Caliente (San Francisco)	104,15	31.789	305,22	8.258
Guadalupe (Arenilla)	13,24	14.624	1.104,53	4.081
Corralillo	33,09	10.608	320,58	3.122
Tierra Blanca	12,79	5.103	398,98	1.136
Dulce Nombre	39,15	10.548	269,43	3.189
Llano Grande	29,81	4.342	145,66	1.076
Quebradilla	10,83	412	38,04	133

Figura 83. Los datos de población y densidad de población.

Fuente: Municipalidad de Cartago

La siguiente gráfica muestra, según proyecciones del INEC, el crecimiento de la población entre los periodos 2022 – 2025 para el cantón de Cartago:

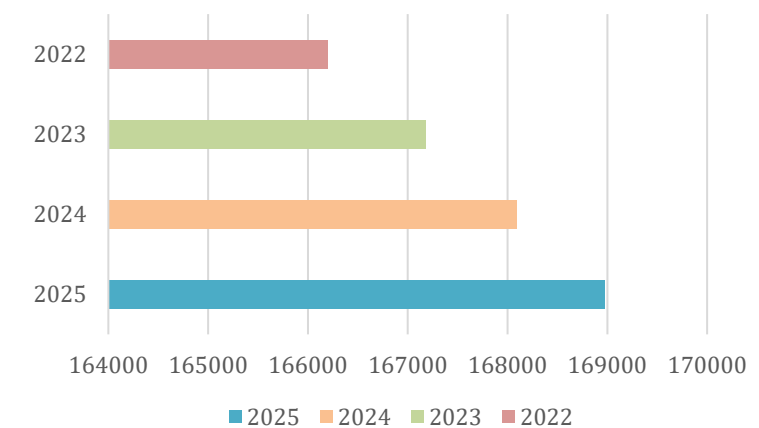


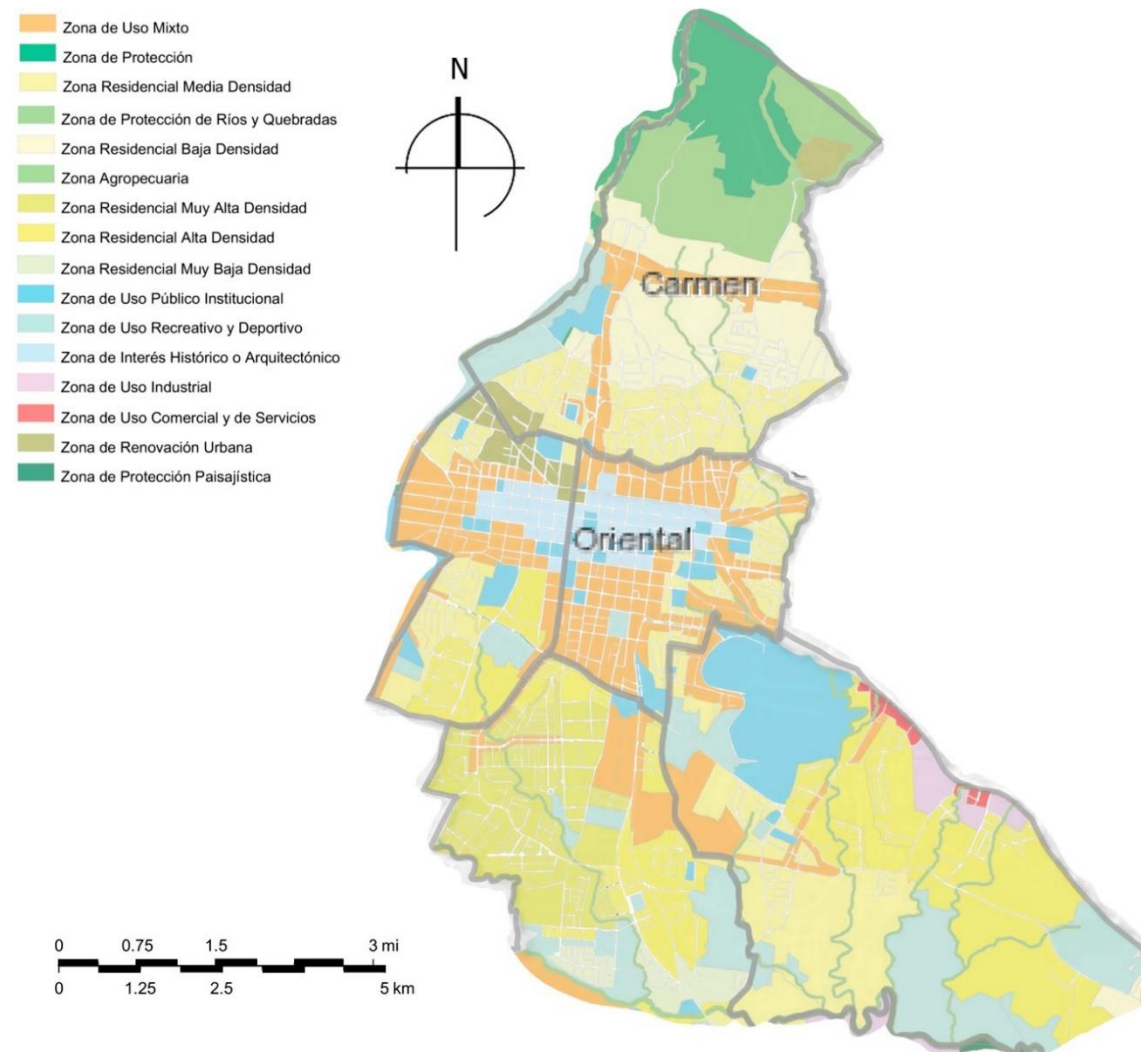
Figura 84. Proyección poblacional del cantón de Cartago.

Fuente: elaboración propia con datos del INEC

4.3.2. Uso de suelo

Relacionado con el uso de suelo, la Municipalidad de Cartago cuenta con plan regulador, el cual cumple con numerosos cuerpos legales y reglamentarios, actualmente la Municipalidad está en proceso de la modificación para un nuevo plan regulador. La Municipalidad de Cartago en su geo portal <https://www.muni-carta.go.cr/plan-regulador>, busca alcanzar los siguientes objetivos, los cuales tienen relación con los del proyecto:

- Impulsar un desarrollo eficiente no solo de las áreas urbanas, sino también, de su entorno, con el fin de contribuir a un mejor uso de los recursos naturales y humanos, en pro de un desarrollo sostenible.
- Definir los mecanismos que ayuden a orientar la inversión en obras públicas indispensables para un modelo de desarrollo económico en asocio con la ciudad y sus zonas de producción.



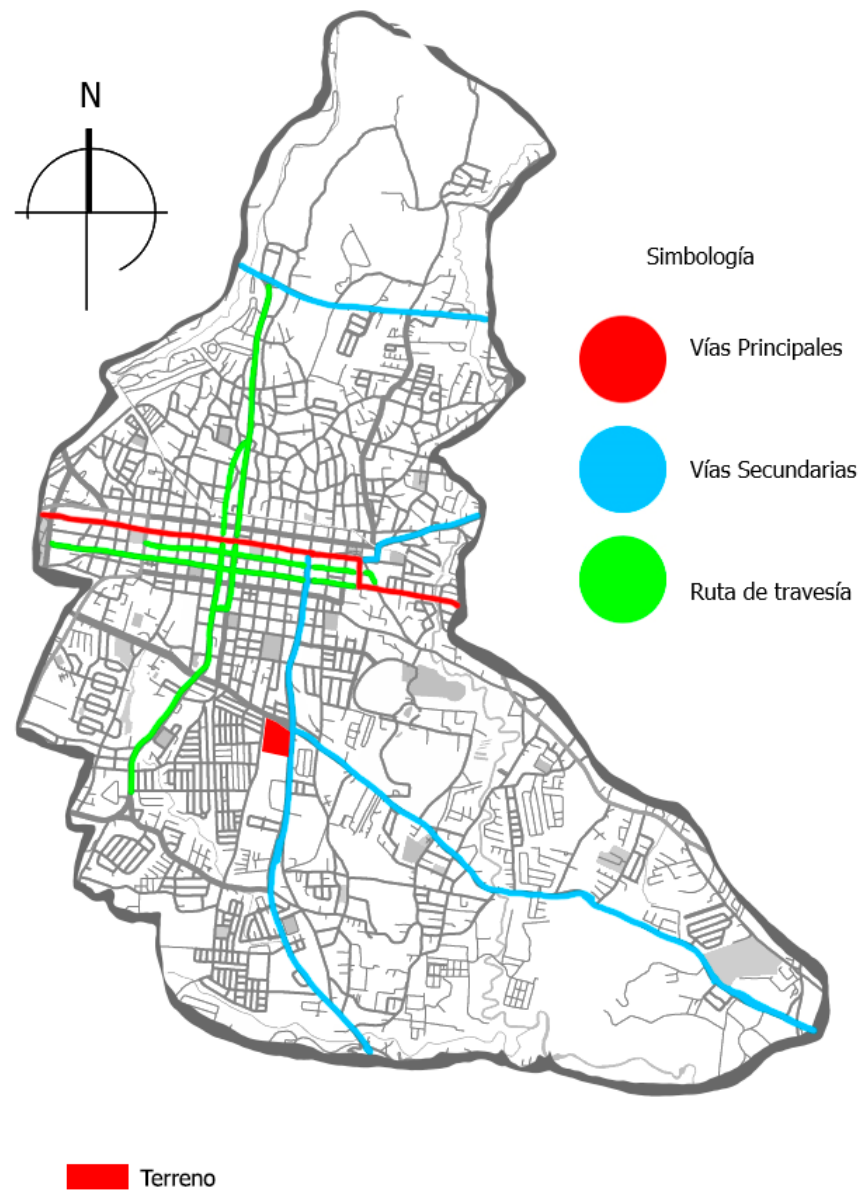
En el mapa de usos de suelo se puede observar que, en el territorio de la zona de estudio, un mayor porcentaje basa su uso de suelo dedicado a zona de uso mixto y zona residencial de media densidad. En el centro del cantón existe un gran porcentaje en zonas de interés histórico o arquitectónico, de igual manera, con zonas de uso público institucional.

Mapa 7. Uso de suelo, Plan Regulador de Cartago.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Municipalidad de Cartago

4.3.3. Vialidad

La configuración vial del centro de Cartago está organizada en una trama de cuadrantes con calles que van de este a oeste, en las vías principales y algunas rutas de travesía es donde se produce un mayor congestionamiento vial. Las vías secundarias y rutas de travesía tienen un funcionamiento de conectar los diferentes distritos.

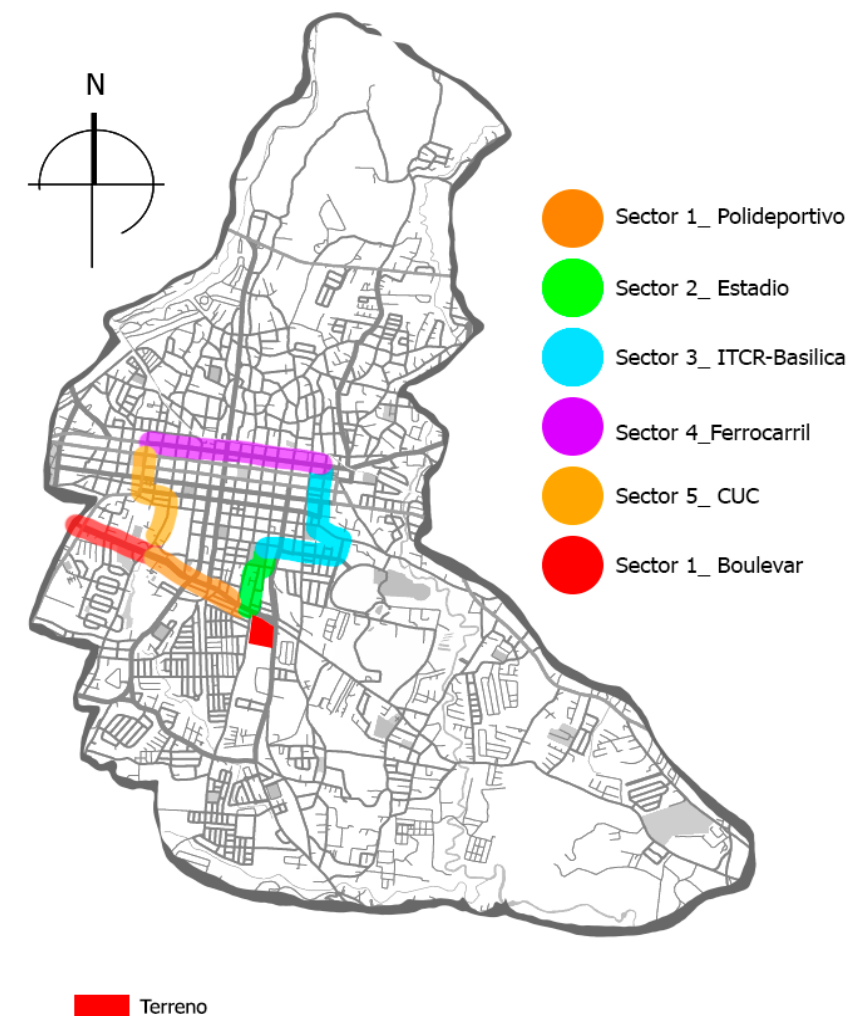


Mapa 8. Vías de Cartago.
Fuente: elaboración propia.

4.3.4. Movilidad

Cartago cuenta con una ruta de ciclovías, la cual fue la primera ciudad del país que ha construido una que permite hacer un recorrido por el casco urbano central, de modo que es posible conocer algunos de los principales centros de atracción, comercio y estudio de la comunidad en un solo recorrido.

Esta ciclovía tiene una extensión de 5,8 Km y en su recorrido pasa por sitios como el Mercado Central, el Instituto Tecnológico de Costa Rica, la Basílica de Los Ángeles, el Colegio Universitario de Cartago, el Parque Jesús Jiménez, Museo Municipal, Estadio Fello Meza y otros sitios de interés. Como dato por destacar esta ciclovía hace recorrido muy cerca del lugar donde se encontrará el proyecto.



Mapa 9. Ciclovía.
Fuente: elaboración propia.

4.3.4.1. Estaciones de tren y paradas de taxi

El cantón de Cartago cuenta con dos estaciones de tren, la estación central de Cartago y la estación de tren urbano Basílica. Las paradas de taxi al igual que las estaciones de tren quedan en el centro de Cartago, estando alejadas del proyecto.

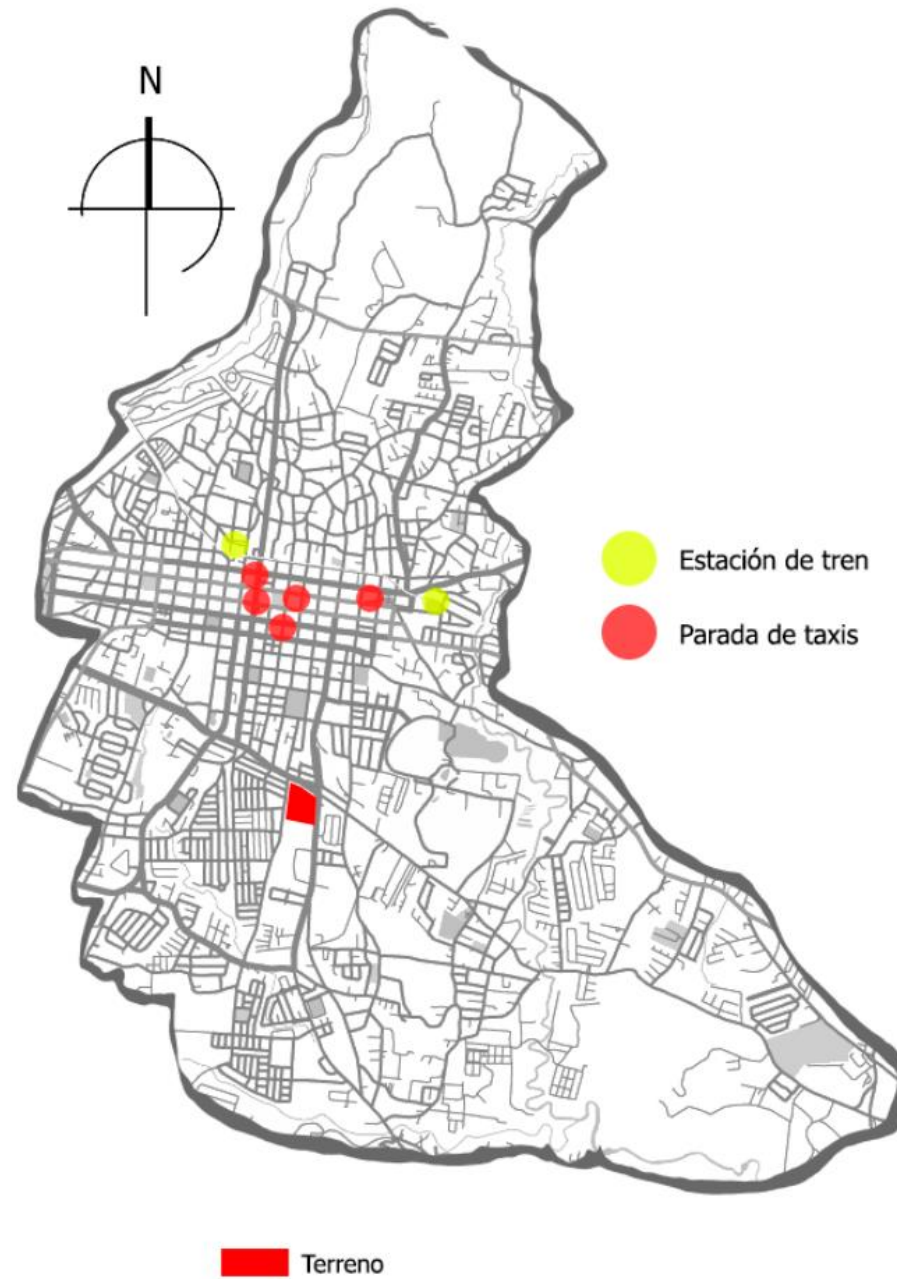


Figura 85. Estaciones de tren y paradas de taxi.

Fuente: elaboración propia.

4.3.4.2. Paradas de bus

Las paradas de buses más importantes se encuentran en el centro de Cartago y cerca de la ubicación del proyecto solo se encuentra la ruta del proyecto Manuel de Jesús Jiménez.

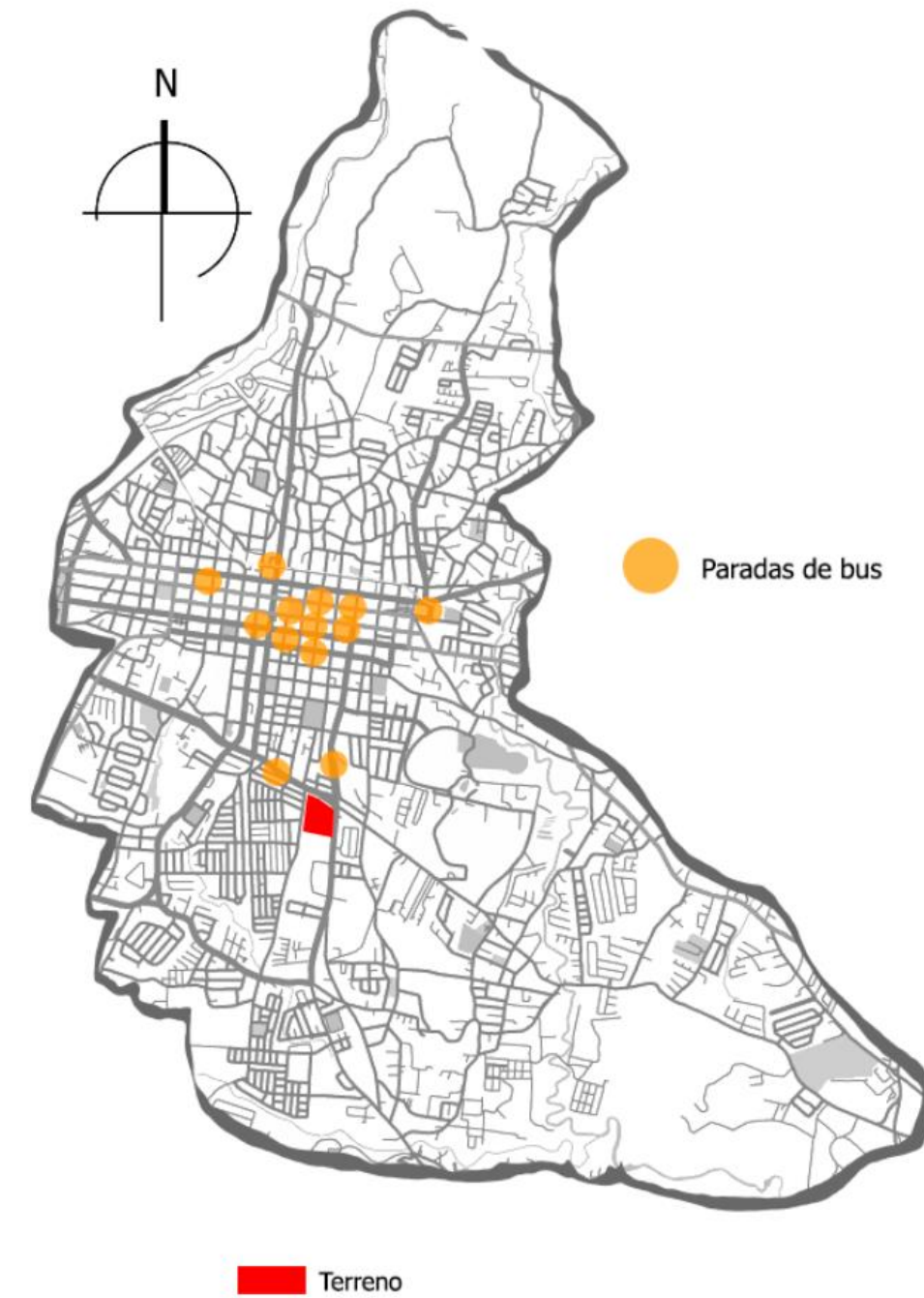
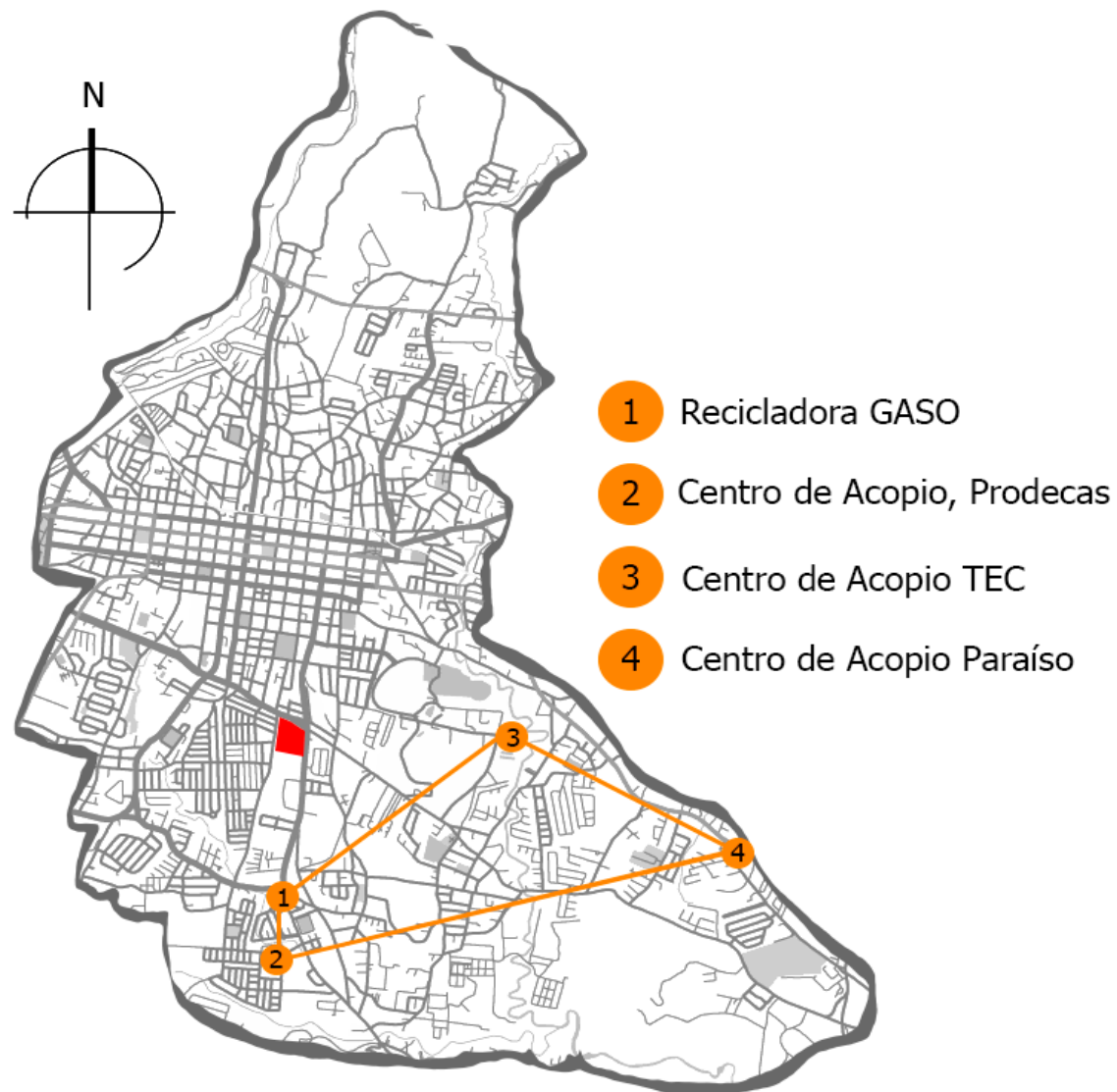


Figura 86. Paradas de bus.

Fuente: elaboración propia.

4.3.5. Centros de reciclaje o acopio

Se encuentran en el sitio solo cuatro centros de acopio, en los cuales, la infraestructura no es la adecuada para el apto tratamiento de los residuos sólidos que se generan; por tanto, estos centros pueden dejar todo material reciclable en la nueva planta.



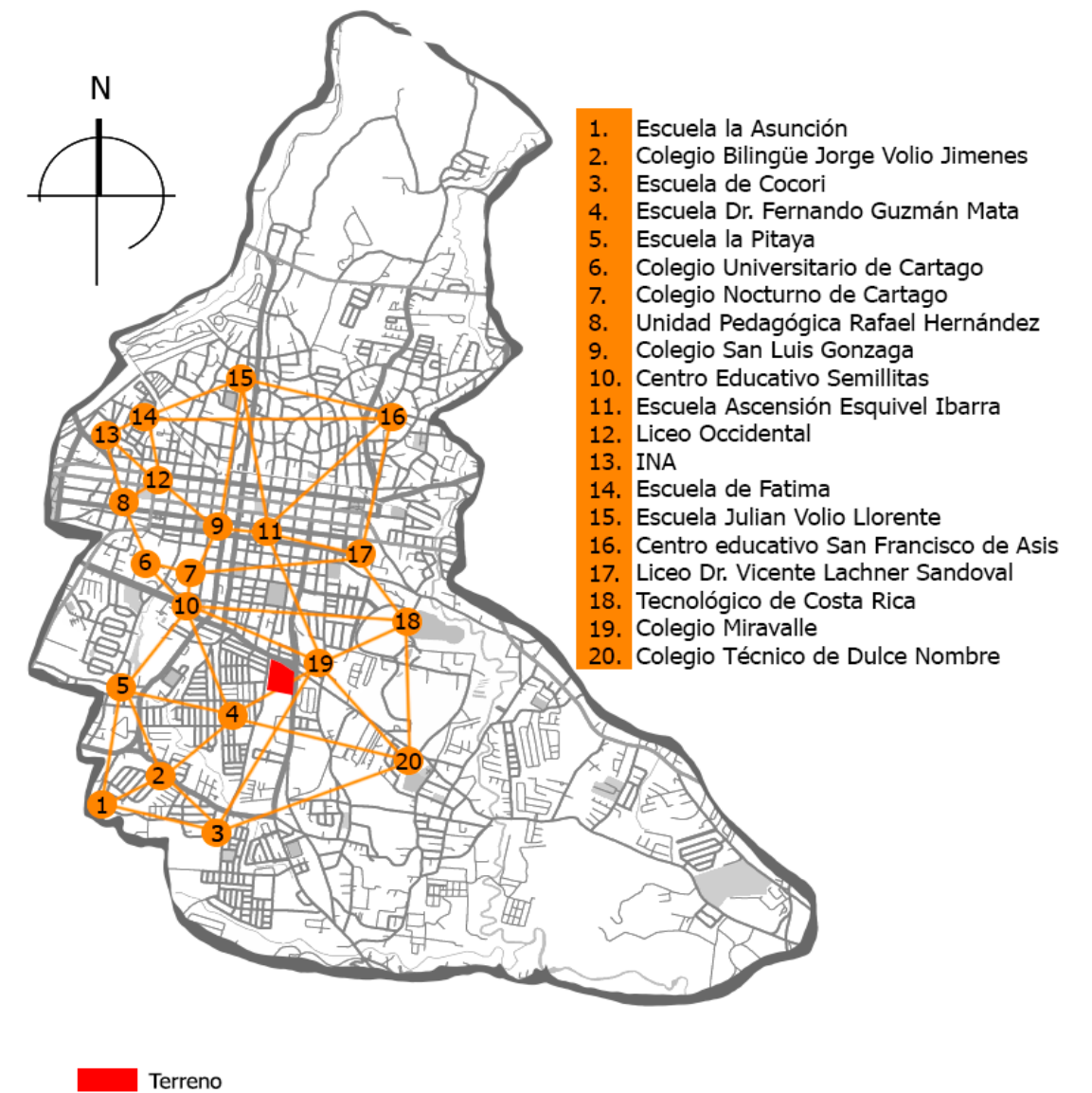
Terreno

Mapa 10. Centros de acopio.

Fuente: elaboración propia.

4.3.6. Centros educativos

Los centros educativos son de importancia para el proyecto, para que los estudiantes de estos puedan ir al proyecto, debido a que tendrá un área para la educación ambiental y la importancia del reciclaje.



Terreno

Mapa 11. Centros educativos.

Fuente: elaboración propia.

4.3.7. Componente urbano y patrimonios arquitectónicos de Cartago

4.3.7.1. Sitios de interés

Se mostrará en el siguiente mapa, algunos de los sitios que tiene mayor interés en el centro histórico urbano de Cartago, en el cual se puede considerar hitos y nodos de la ciudad.



Mapa 12. Sitios de interés (hitos y nodos) en el centro histórico de Cartago.

Fuente: elaboración propia

4.3.7.2. Patrimonio

Cartago cuenta en su centro histórico con numerosos elementos declarados patrimonio, en el siguiente mapa se indica la ubicación de algunos de ellos.



Mapa 13. Construcciones declaradas patrimonio en el centro histórico de Cartago.

Fuente: elaboración propia con datos de la Municipalidad de Cartago.

4.3.8. Clima

Se analizaron para el análisis climático, los datos brindados por el Instituto Meteorológico Nacional y datos la página de Weather Spark, junto con los datos de la Municipalidad de Cartago, en los cual se nos dice que el clima de Cartago es de tropical húmedo, el cual se modifica por la altura y la presencia de las montañas. Cartago se ubica en el extremo oriental de la región central de Costa Rica, lo que le permite disfrutar de un clima particular, afectado por la influencia del Caribe y Pacífico a la vez. El clima de esta región es propio de meseta, ya que combina el tipo de clima de las faldas del Caribe con el clima de las faldas del Pacífico.

Los veranos en Cartago son cortos, calurosos y nublados, y los inviernos son largos, cómodos, mojados y mayormente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 16 a 25°C y rara vez, baja a menos de 14°C o sube a más de 27°C.

**INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL
DEPARTAMENTO DE INFORMACION
PROMEDIOS MENSUALES DE DATOS CLIMATICOS
(estaciones automáticas)**

ESTACION : 73 123 ITCR, CARTAGO		Latitud: 09 ° 51 ' N Longitud: 83 ° 54 ' O Altitud. 1360 m.s.n.m														
Elementos	Periodos		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.	Total
LLUVIA	1998	2019	61.6	35.1	18.8	36.1	178.8	183.8	135.4	140.5	211.7	229.7	136.7	77.8	120.5	1446.1
TEM.MAX.	1998	2019	21.9	22.7	23.5	24.5	25.0	24.7	23.8	24.4	25.1	24.5	22.9	22.1	23.8	
TEM.MIN.	1998	2019	13.6	13.5	14.0	14.9	16.1	16.1	15.7	15.7	15.7	15.9	15.3	14.4	15.1	
TEM.MED.	1998	2019	17.7	18.1	18.8	19.7	20.5	20.4	19.7	20.1	20.4	20.2	19.1	18.3	19.4	
HUMEDAD	1998	2019	89.7	86.8	86.8	86.7	88.9	90.1	90.8	89.8	88.8	89.0	91.1	90.3	89.1	
VIENTO VEL.	1998	2019	15.3	15.0	14.6	13.1	9.5	9.3	11.0	9.7	7.8	8.0	10.8	13.7	11.5	
RADIACION	1998	2019	13.3	16.2	16.8	17.3	13.9	13.4	13.6	14.3	14.9	13.6	12.5	12.0	14.3	
VIENTO DIR. PREDOMINANTE			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
Promedio días con lluvia >= 0.1 mm.			17	12	10	12	21	23	23	22	24	24	22	21	233	Total

Lluvia en milímetros: 1mm = 1 litro de agua por m². Radiación Solar global en Megajulios (MJ/m²)
 Temperatura en Grados Celsius (°C). Evaporación en mm. Viento en km/h. Humedad Relativa en Porcentaje (%).
 VIENTO DIR PREDOM : 1 Norte, 2 Noreste, 3 Este, 4 Sureste, 5 Sur, 6 Suroeste, 7 Oeste, 8 Noreste, 9 Variable
 Brillo Solar en horas y décimas de horas.

Figura 87. Datos climáticos de Dulce Nombre.

Fuente: IMN.

4.3.8.1. Temperatura promedio en Cartago

La temporada templada dura 1,5 meses, del 17 de marzo al 2 de mayo y la temperatura máxima promedio diaria es más de 25°C. El mes más cálido del año en Cartago es abril con una temperatura máxima promedio de 25°C y mínima de 16°C.

La temporada fresca dura 3,9 meses, del 27 de septiembre al 24 de enero y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 23°C. El mes más frío del año en Cartago es octubre con una temperatura mínima promedio de 16°C y máxima de 23°C.

Promedio	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.	nov.
Máxima	23 °C	24 °C	25 °C	25 °C	24 °C	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C
Temp.	19 °C	19 °C	19 °C	20 °C	19 °C	19 °C	19 °C	19 °C	19 °C	18 °C	19 °C
Mínima	16 °C	16 °C	16 °C	16 °C	16 °C	16 °C	16 °C	16 °C	16 °C	16 °C	16 °C

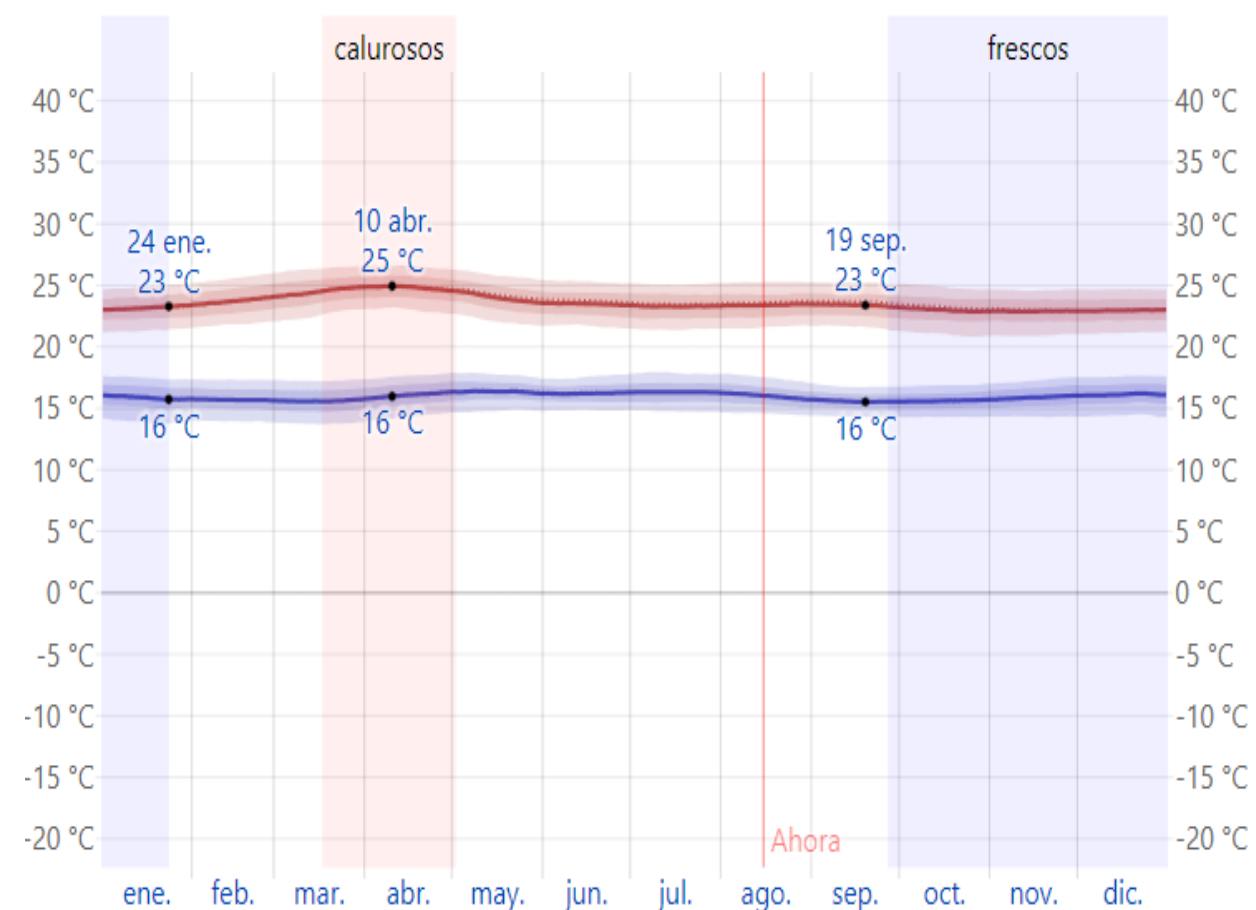


Figura 88. Temperatura máxima y mínima promedio en Cartago.

Fuente: Weather Spark

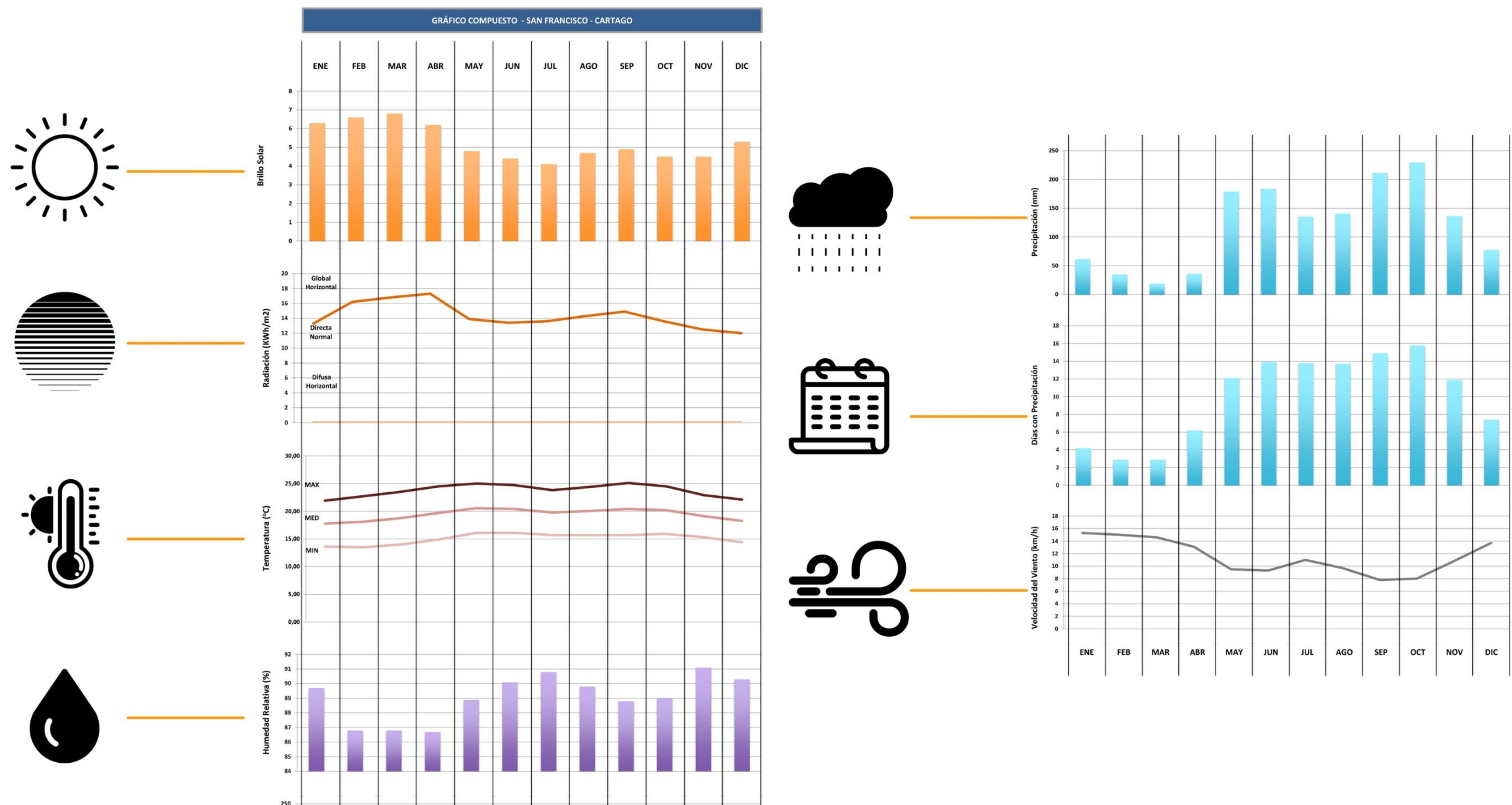


Figura 89. Gráfico compuesto.

Fuente: elaboración propia.

4.3.8.2. Gráfica solar

La gráfica solar nos muestra el estado del lugar y las necesidades adecuadas con la temperatura que se presenta durante las distintas horas del día en los diferentes meses. Según se muestra en este gráfico, las mayores temperaturas se presentan en los meses de marzo y abril en horas del mediodía; por tanto, se tiene que ventilar para contrarrestar las altas temperaturas, en el resto de los meses se mantiene en un confort.

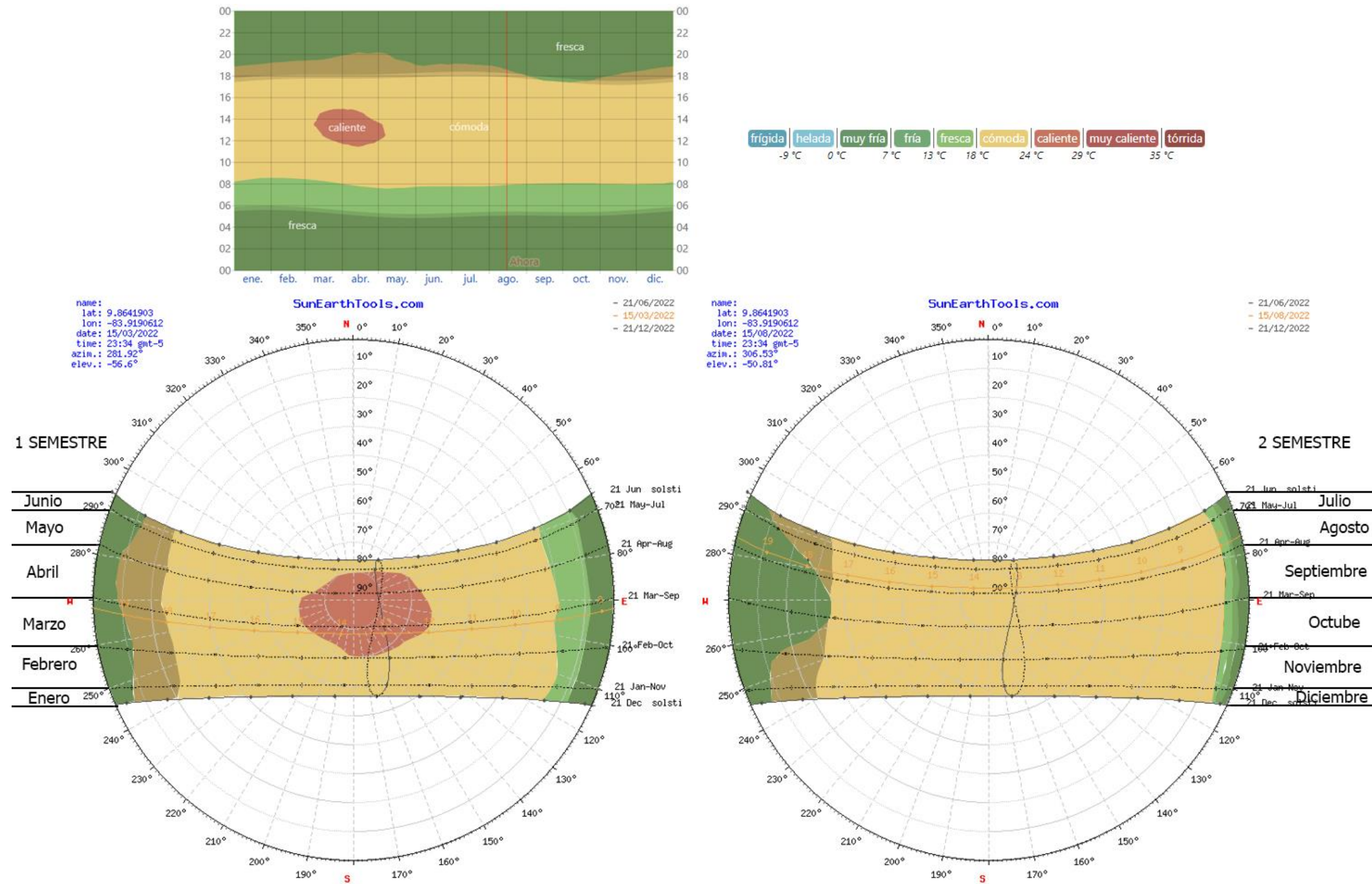


Figura 90. Gráfico de Isopletas.

Fuente: elaboración propia a partir de SunEarthTools y datos de Weather Spark

4.3.8.3. Nubosidad

La parte más despejada del año en Cartago comienza aproximadamente el 25 de noviembre, dura 4,5 meses y se termina aproximadamente el 9 de abril.

El mes más despejado es enero, durante el cual, en promedio, el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 61% del tiempo.

El periodo con mayor nubosidad comienza aproximadamente el 9 de abril, dura 7,5 meses y se termina aproximadamente el 25 de noviembre.

El mes más nublado es en junio, durante el cual, en promedio, el cielo está nublado o mayormente nublado el 96% del tiempo.

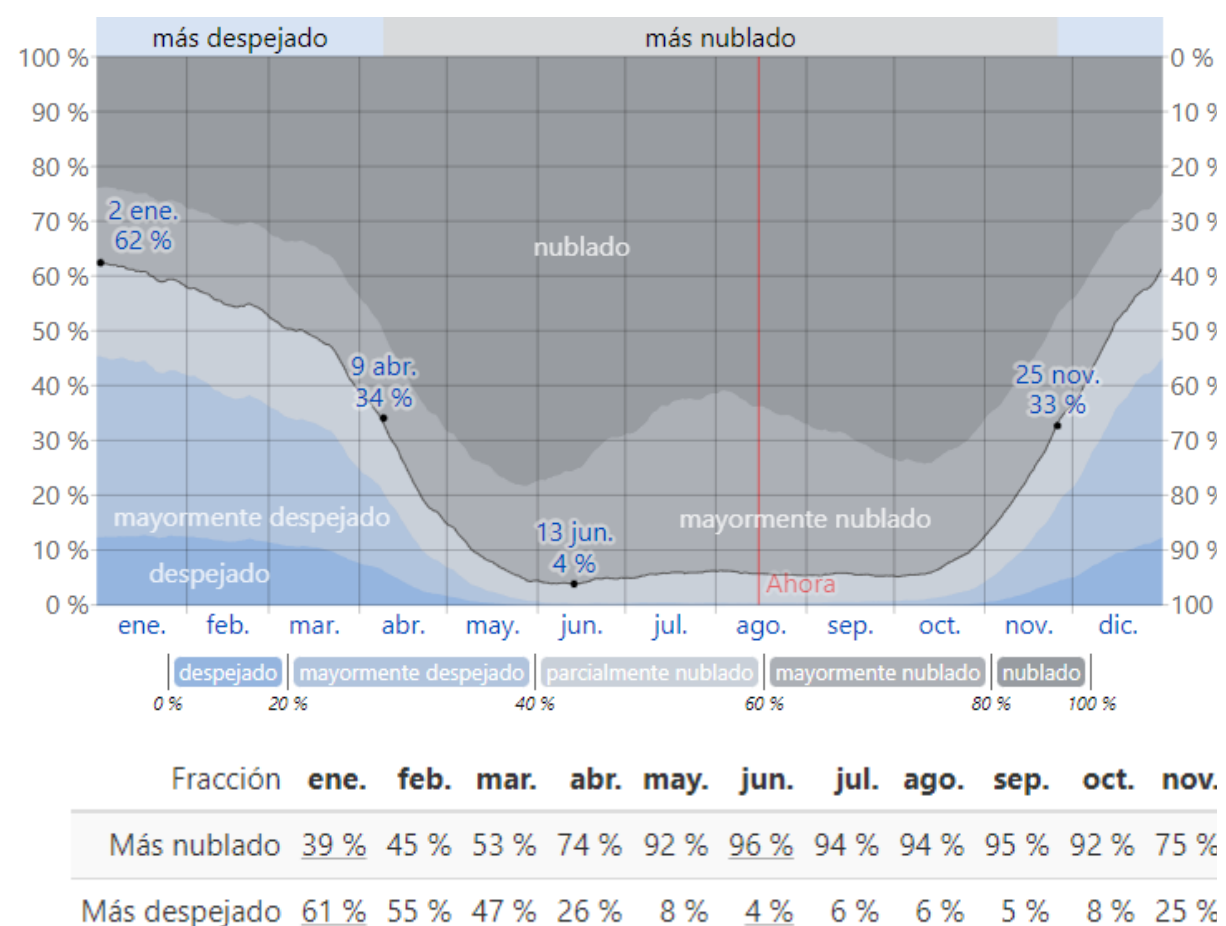


Figura 91. Nubosidad en Cartago.

Fuente: Weather Spark

4.3.8.4. Precipitación

La temporada con mayor precipitación dura siete meses, del 3 de mayo al 5 de diciembre, con una probabilidad de más del 30% de que haya precipitación al menos en un día. El mes con mayor precipitación por días es octubre con un promedio de 15,8 días con por lo menos un milímetro de precipitación. La temporada más seca dura cinco meses, del 5 de diciembre al 3 de mayo. El mes con menor precipitación es marzo, con un promedio de 2,9 días con por lo menos un milímetro de precipitación.

El mes con más días con solo lluvia es octubre con un promedio de 15,8 días. Con base en esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia con una probabilidad máxima del 53% el 6 de octubre.

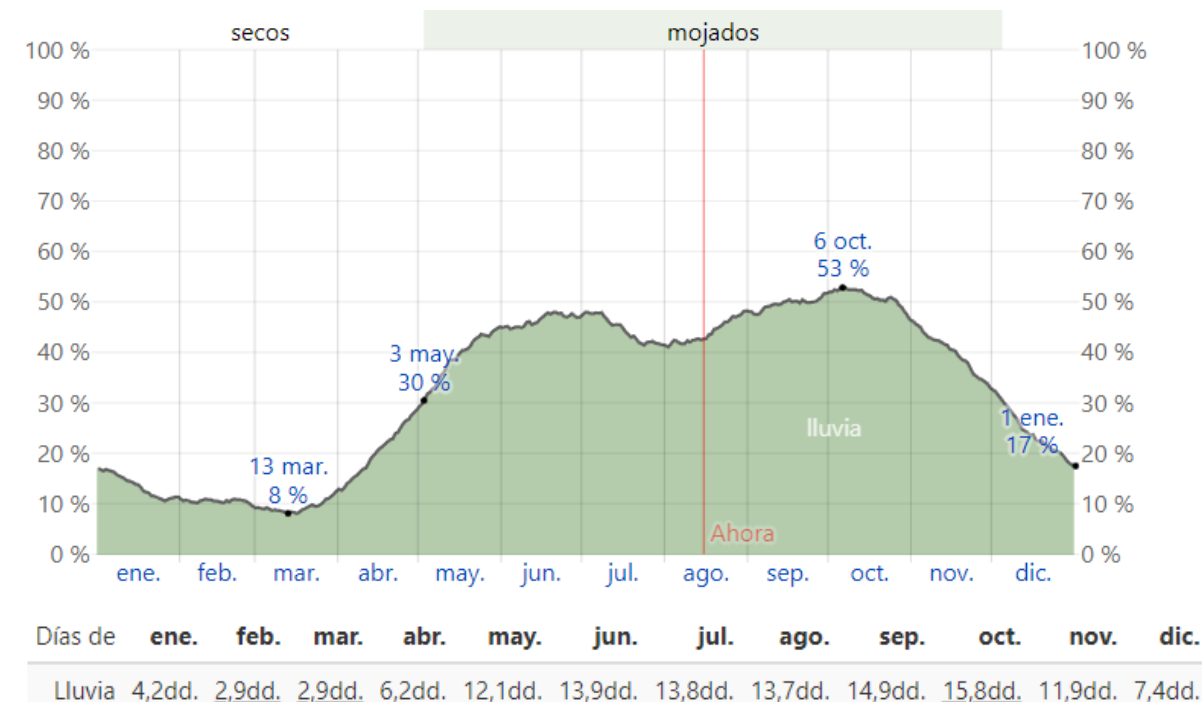


Figura 92. Precipitación.

Fuente: Weather Spark

4.3.8.5. Humedad

El período con mayor humedad del año dura 7,7 meses del 11 de abril al 3 de diciembre y durante ese tiempo, el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable, por lo menos durante el 11% del tiempo. El mes con más días bochornosos es junio, con 10,1 días o peor. El mes con menos días es enero, con 0,7 días o peor.

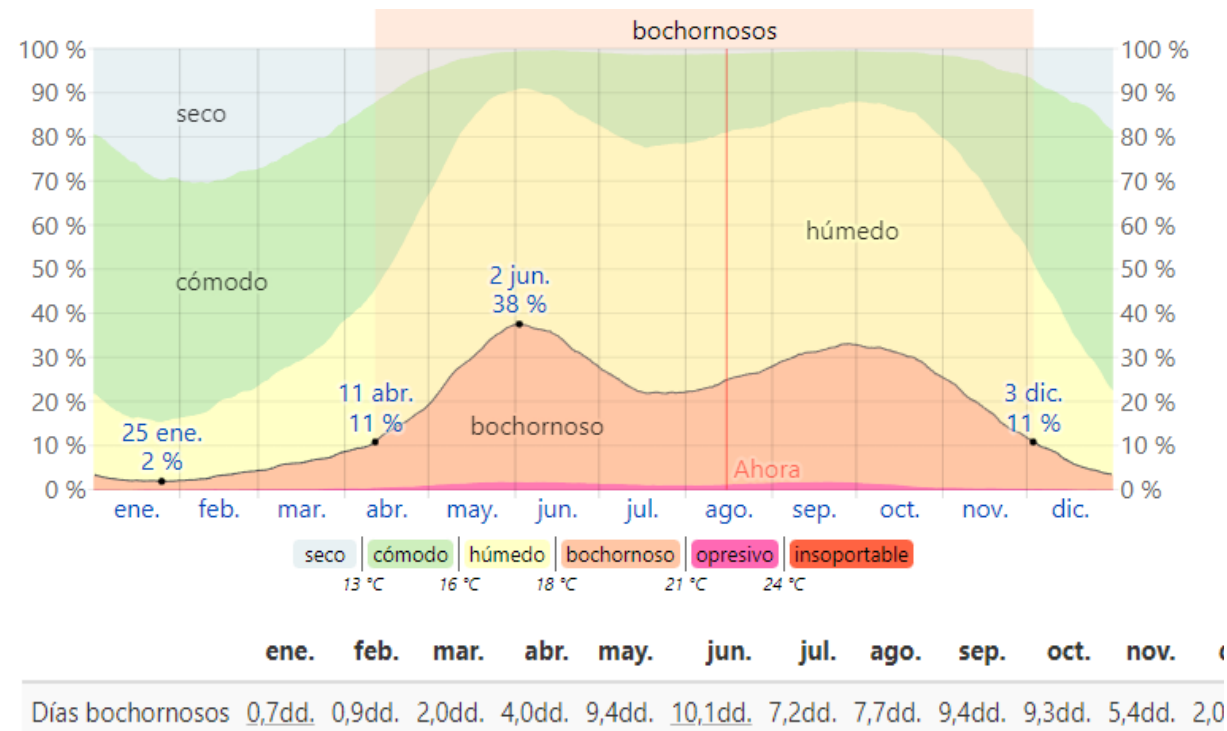


Figura 93. Humedad.

Fuente: Weather Spark.

4.3.8.6. Velocidad y dirección del viento

La temporada con mayor viento dura cuatro meses del 11 de diciembre al 10 de abril con velocidades promedio del viento de más de 3,9 kilómetros por hora. El mes más ventoso es febrero con vientos a una velocidad promedio de 5,1 kilómetros por hora. La temporada más calmada dura ocho meses del 10 de abril al 11 de

diciembre. El mes más calmado es septiembre con vientos a una velocidad promedio de 2,6 kilómetros por hora.

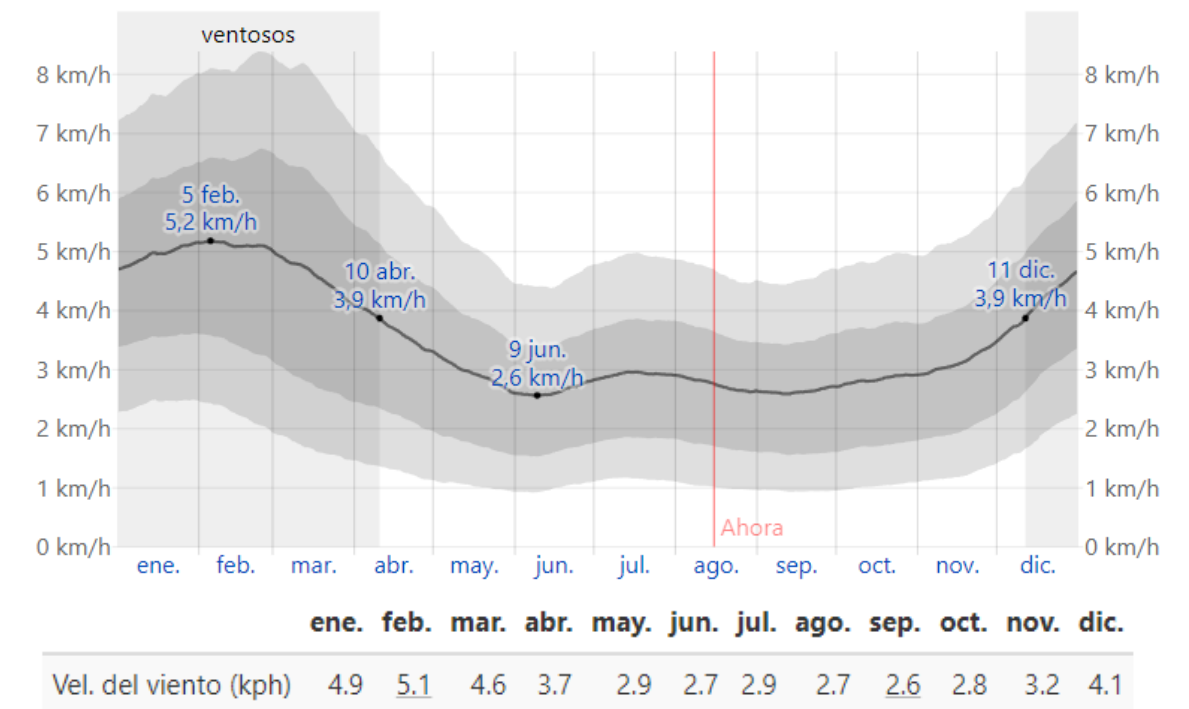


Figura 94. Velocidad del viento.

Fuente: Weather Spark.

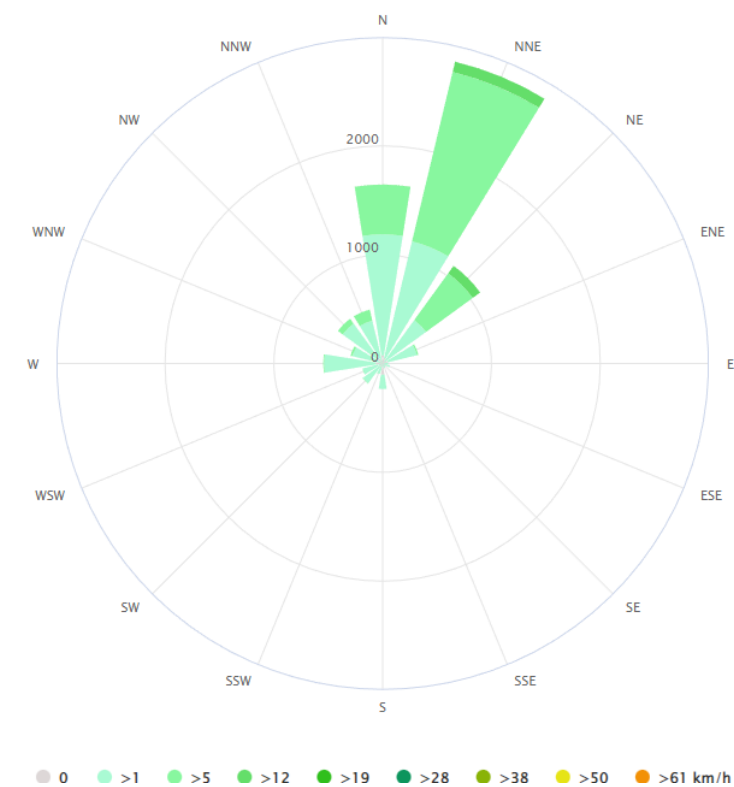
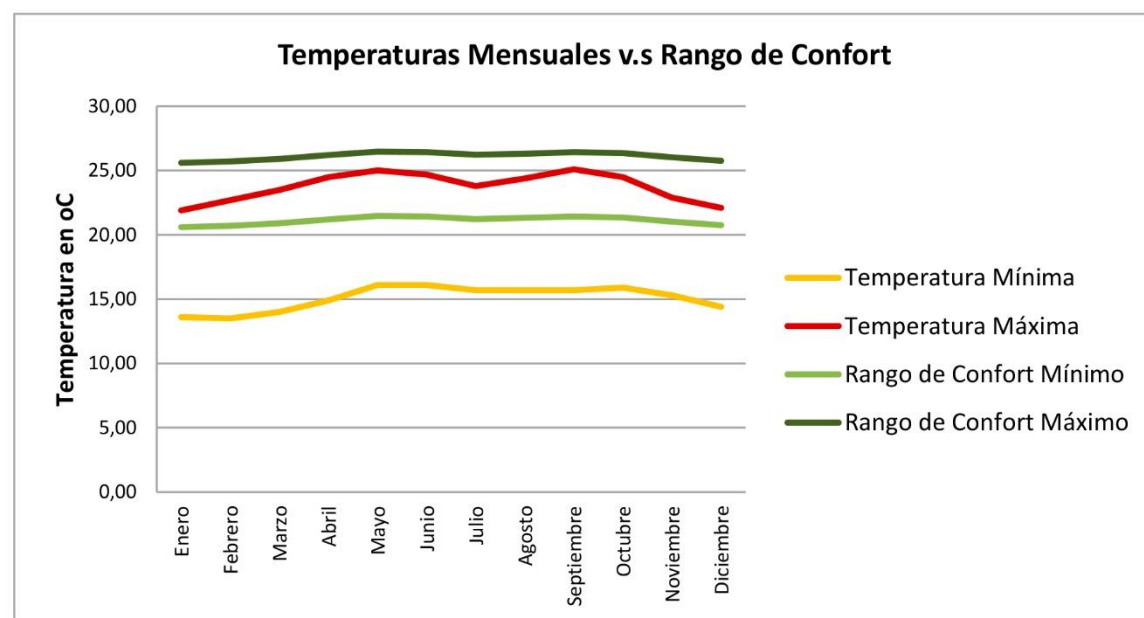


Figura 95. Rosa de los vientos.

Fuente: Meteoble

4.3.8.7. Rango de confort

Modelo de Adaptación Cálculo del Rango de Confort CARTAGO						
Mes	Temperatura en °C			Temperatura Neutral ¹	Rango de Confort	
	Min	Max	Med		Min ²	Max ³
Enero	13,60	21,90	17,75	23,10	20,60	25,60
Febrero	13,50	22,70	18,10	23,21	20,71	25,71
Marzo	14,00	23,50	18,75	23,41	20,91	25,91
Abril	14,90	24,50	19,70	23,71	21,21	26,21
Mayo	16,10	25,00	20,55	23,97	21,47	26,47
Junio	16,10	24,70	20,40	23,92	21,42	26,42
Julio	15,70	23,80	19,75	23,72	21,22	26,22
Agosto	15,70	24,40	20,05	23,82	21,32	26,32
Septiembre	15,70	25,10	20,40	23,92	21,42	26,42
Octubre	15,90	24,50	20,20	23,86	21,36	26,36
Noviembre	15,30	22,90	19,10	23,52	21,02	26,02
Diciembre	14,40	22,10	18,25	23,26	20,76	25,76



Cálculo del Rango de Confort según Modelo de Adaptación (Humphreys, 1970)	
1	Temperatura Neutral = 17.6 + Temperatura Media Mensual x 0.31
2	Rango de Confort Mínimo = Temperatura Neutral - 2.5
3	Rango de Confort Máximo = Temperatura Neutral + 2.5

Figura 96. Rango de confort.

Fuente: elaboración propia.

4.3.8.7. Vegetación

Se generará un registro con base en los datos que brinda INBio junto con CNFL, en el libro de árboles y arbustos para el uso urbano en el Valle Central de Costa Rica (2012), para determinar la vegetación que se puede utilizar en el proyecto, como método de generar un confort térmico, de la misma manera que es un sistema de control acústico, debido a la maquinaria utilizada en el proyecto,


A continuación, se detallarán las especies tomando en cuenta sus características de alturas, frutos, flores, origen y su recomendación, con el fin de poder desarrollar en el proyecto las estrategias pasivas para el edificio y su contexto; asimismo, como recorridos dentro del proyecto.

Justicia aurea (Cola de pavo, pavón)



- Planta: Nativa
- Tipo de planta: Arbusto
- Altura de Planta: 2 m
- Flores / Frutos: Flores amarillas
- Sombra o sol: Mucha luz
- Fenología vegetativa: Siempre verde
- Humedad: Baja
- Floración: Casi todo el año
- Resistencia de ramas: Quebradizas
- Atrayente a fauna: Si
- Métodos de propagación: Estaca
- Apto para aceras y protección de suelos

Odontanema tubiforme (Coral)



- Planta: Nativa
- Tipo de planta: Arbusto
- Altura de Planta: 2 m
- Flores / Frutos: Flores rojas
- Sombra o sol: Mucha luz
- Fenología vegetativa: Siempre Verde
- Humedad: Baja
- Floración: Todo el año
- Resistencia de ramas: Quebradizas
- Atrayente a fauna: No
- Métodos de propagación: Estaca
- Apto para aceras y uso en parques

Sanchezia parvibracteata (Lotería)



Planta: Exótico
Tipo de planta: Arbusto
Altura de Planta: 2.5 m
Flores / Frutos: Flores amarillas
Sombra o sol: Mucha luz
Fenología vegetativa: Siempre verde
Humedad: Baja
Floración: Todo el año
Resistencia de ramas: Quebradizas
Atrayente a fauna: No
Métodos de propagación: Estaca
Apto para aceras

Sambucus canadensis (Sauco)



Planta: Exótico
Tipo de planta: Arbusto
Altura de Planta: 5 m
Flores / Frutos: Flores blancas
Sombra o sol: Media luz
Fenología vegetativa: Siempre Verde
Humedad: Baja
Floración: enero - abril
Resistencia de ramas: Fuertes
Atrayente a fauna: No
Métodos de propagación: Estaca
Apto para aceras y uso en parques

Allamanda cathartica (bejuco de San José)



Planta: Exótico
Tipo de planta: Arbusto
Altura de Planta: 2 m
Flores / Frutos: Flores amarillas
Sombra o sol: Media luz
Fenología vegetativa: Siempre verde
Humedad: Alta
Floración: Todo el año
Resistencia de ramas: Quebradizas
Atrayente a fauna: No
Métodos de propagación: Estaca y semilla
Por sus flores y uso en parques

Allamanda schottii (Jalapa)



Planta: Exótico
Tipo de planta: Arbusto
Altura de Planta: 1.5 m
Flores / Frutos: Flores amarillas
Sombra o sol: Mucha luz
Fenología vegetativa: Siempre Verde
Humedad: Media
Floración: Todo el año
Resistencia de ramas: Quebradizas
Atrayente a fauna: No
Métodos de propagación: Estaca
Apto para aceras

Nerium oleander (Narciso)



Planta: Exótico
Tipo de planta: Arbusto
Altura de Planta: 1 - 4 m
Flores / Frutos: Flores rosadas o rojas
Sombra o sol: Mucha luz
Fenología vegetativa: Siempre verde
Humedad: Baja
Floración: Todo el año
Resistencia de ramas: Quebradizas
Atrayente a fauna: No
Métodos de propagación: Estaca
Apto para aceras y protección de suelos

Plumeria rubra (Cacalojoche, flor blanca)



Planta: Nativo
Tipo de planta: Árbol
Altura de Planta: 2 - 15 m
Flores / Frutos: Flores blancas
Sombra o sol: Media luz
Fenología vegetativa: Siempre Verde
Humedad: Baja
Floración: febrero - septiembre y diciembre
Resistencia de ramas: Quebradizas
Atrayente a fauna: No
Métodos de propagación: Estaca y semilla
Protección de suelos y uso en parques

Tabernaemontana glabra (Güijarro)



Planta: Nativo
Tipo de planta: Árbol
Altura de Planta: 5 m
Flores / Frutos: Flores amarillas
Sombra o sol: Media luz
Fenología vegetativa: Siempre verde
Humedad: Baja
Floración: Todo el año
Resistencia de ramas: Quebradizas
Atrayente a fauna: Si
Métodos de propagación: Semilla
Por sus flores, acera, protección de suelos y uso en parques

Tabernaemontana litoralis (Guijarro)



Planta: Nativo
Tipo de planta: Arbusto o árbol
Altura de Planta: 3 - 10 m
Flores / Frutos: Flores Blancas
Sombra o sol: Media luz
Fenología vegetativa: Siempre Verde
Humedad: Baja
Floración: Todo el año
Resistencia de ramas: Quebradizas
Atrayente a fauna: Si
Métodos de propagación: Semilla
Apto para aceras, protección de suelos y uso en parques

Tabebuia impetiginosa (Cortez negro)



Planta: Nativo
Tipo de planta: Árbol
Altura de Planta: 15 m
Flores / Frutos: Flores moradas
Sombra o sol: Media luz
Fenología vegetativa: Deciduo
Humedad: Alta
Floración: enero a marzo
Resistencia de ramas: Fuertes
Atrayente a fauna: Si
Métodos de propagación: Semilla
Apto para aceras, suso bosque y protección de suelos

Tecoma stans (Candelilo, vainilla)



Planta: Nativo
Tipo de planta: Árbol o arbusto
Altura de Planta: 6 m
Flores / Frutos: Flores amarillas
Sombra o sol: Media luz
Fenología vegetativa: Siempre Verde
Humedad: Baja
Floración: Casi todo el año
Resistencia de ramas: Fuertes
Atrayente a fauna: Si
Métodos de propagación: Semilla
Apto para acera, protección de suelos y uso en parques

Cnidoscolus aconitifolius (Chicasquil)



Planta: Nativo
Tipo de planta: Arbusto
Altura de Planta: 5 m
Flores / Frutos: Flores blanco verdoso
Sombra o sol: Mucha luz
Fenología vegetativa: Siempre verde
Humedad: Baja
Floración: Todo el año
Resistencia de ramas: Quebradizas
Atrayente a fauna: Si
Métodos de propagación: Estaca
Apto para acera y uso en parques

Bauhinia spp. (Casco de venado, palo de orquídeas)



Planta: Exótico
Tipo de planta: Arbusto
Altura de Planta: 4 m
Flores / Frutos: Flores Blancas, rosadas o lila
Sombra o sol: Mucha luz
Fenología vegetativa: Siempre Verde
Humedad: Baja
Floración: Todo el año
Resistencia de ramas: Quebradizas
Atrayente a fauna: Si
Métodos de propagación: Semilla y estaca
Apto para aceras y uso en parques

Caesalpinia pulcherrima (Clavelina, malinchillo)



Planta: Nativo
Tipo de planta: Arbusto
Altura de Planta: 3 m
Flores / Frutos: Flores rojo amarillento
Sombra o sol: Mucha luz
Fenología vegetativa: Siempre verde
Humedad: Baja
Floración: enero - marzo y agosto - diciembre
Resistencia de ramas: Quebradizas
Atrayente a fauna: No
Métodos de propagación: Semilla
Apto para aceras, uso en bosque y protección de suelos

Cassia fistul (Caña fistula)



Planta: Exótico
Tipo de planta: Árbol
Altura de Planta: 6 m
Flores / Frutos: Flores amarillas
Sombra o sol: Mucha luz
Fenología vegetativa: Siempre Verde
Humedad: Baja
Floración: diciembre a mayo
Resistencia de ramas: Fuertes
Atrayente a fauna: Si
Métodos de propagación: Semilla
Apto para acera y uso en parques

Senna pallida (Abejón, vainillo)



Planta: Nativo
Tipo de planta: Arbusto
Altura de Planta: 3 m
Flores / Frutos: Flores amarillas
Sombra o sol: Media luz
Fenología vegetativa: Siempre verde
Humedad: Baja
Floración: Todo el año
Resistencia de ramas: Fuertes
Atrayente a fauna: Si
Métodos de propagación: Semilla
Apto para acera, protección de suelos y uso en parques

Hydrangea macrophylla (Hortensia)



Planta: Exótico
Tipo de planta: Arbusto
Altura de Planta: 1.5 m
Flores / Frutos: Flores Blancas, crema
Sombra o sol: Mucha luz
Fenología vegetativa: Siempre Verde
Humedad: Baja
Floración: Todo el año
Resistencia de ramas: Quebradizas
Atrayente a fauna: No
Métodos de propagación: Estaca
Apto para aceras y uso en parques

Lagerstroemia indica (Júpiter)



Planta: Exótico
Tipo de planta: Árbol o arbusto
Altura de Planta: 2 m
Flores / Frutos: Flores rosada
Sombra o sol: Media luz
Fenología vegetativa: Deciduo
Humedad: Baja
Floración: febrero - agosto
Resistencia de ramas: Fuertes
Atrayente a fauna: No
Métodos de propagación: Estaca
Apto para aceras, uso bosque

Malpighia glabra (Acerola, San Juanillo)



Planta: Nativo
Tipo de planta: Arbusto
Altura de Planta: 3 m
Flores / Frutos: Flores rosadas
Sombra o sol: Medialuz
Fenología vegetativa: Siempre Verde
Humedad: Media
Floración: Todo el año
Resistencia de ramas: Fuertes
Atrayente a fauna: Si
Métodos de propagación: Semilla
Apto para acera, protección de suelos y uso en parques

Tibouchina urvilleana (Nazareno)



Planta: Exótico
Tipo de planta: Arbusto
Altura de Planta: 4 m
Flores / Frutos: Flores purpuras
Sombra o sol: Media luz
Fenología vegetativa: Siempre verde
Humedad: Baja
Floración: Todo el año
Resistencia de ramas: Quebradizas
Atrayente a fauna: No
Métodos de propagación: Estaca
Apto para acera y uso en parques

Eugenia uniflor (Pitanga)



Planta: Exótico
Tipo de planta: Arbusto
Altura de Planta: 3 m
Flores / Frutos: Flores Blancas
Sombra o sol: Mucha luz
Fenología vegetativa: Siempre Verde
Humedad: Baja
Floración: Todo el año
Resistencia de ramas: Fuertes
Atrayente a fauna: Si
Métodos de propagación: Semilla
Apto para aceras y uso en parques

4.4. Análisis micro

Se especificarán para este análisis, los aspectos que tengan una mayor influencia y de los cuales repercuten directamente en la propuesta de diseño, con el objetivo de establecer las condiciones, limitaciones y restricciones existentes, para que así el proyecto cumpla con todos los requerimientos necesarios que afiancen su factibilidad.

4.4.1. Ubicación



Mapa 14. Ubicación del terreno.

Fuente: elaboración propia.

4.4.1.1. Datos del terreno

El terreno es propiedad de la Municipalidad de Cartago, el cual está ubicado en el cantón de Cartago, en el distrito de Agua Caliente y situado en San Francisco. Sus colindancias al Norte, Este y Oeste mayoritariamente son residenciales y al sur limita con lotes baldíos. El área total del terreno es de 3 ha. 6269,77 metros cuadrados.

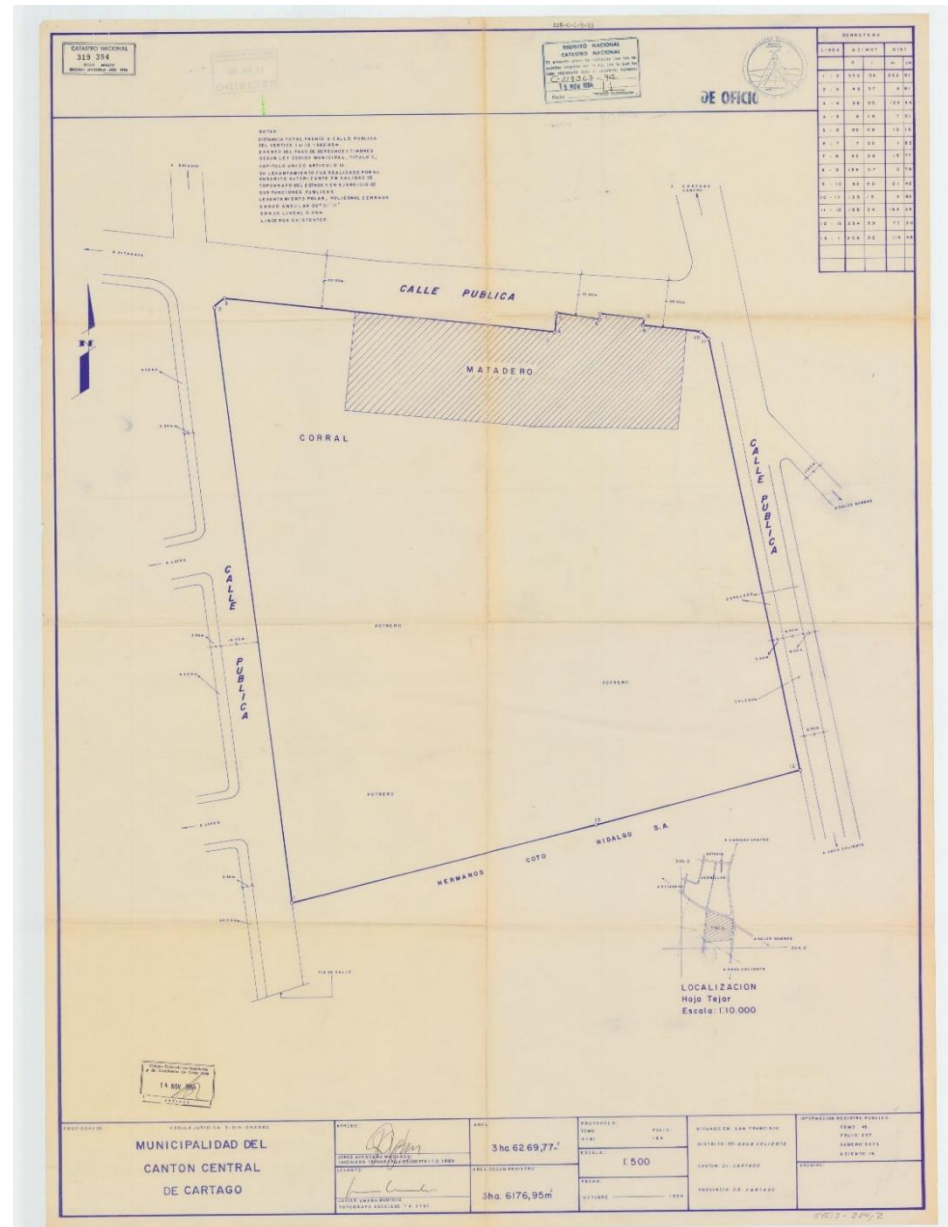


Figura 97. Plano catastro.

Fuente: Municipalidad de Cartago.

4.4.2. Uso de suelos

El terreno se encuentra bajo las siguientes condicionantes constructivas, según el Plan Regulador de la Municipalidad de Cartago:

- Uso: zona de uso público institucional
- Sector: S – 8
- Área mínima de lote: 500 m²
- Altura máxima: 14.5 metros
- Niveles: 4 pisos.
- Cobertura máxima: 70%
- Frontal: 3 metros
- Posterior: 3 metros



Figura 98. Uso de suelo.

Fuente: elaboración propia con datos de la Municipalidad de Cartago.

4.4.3. Topografía

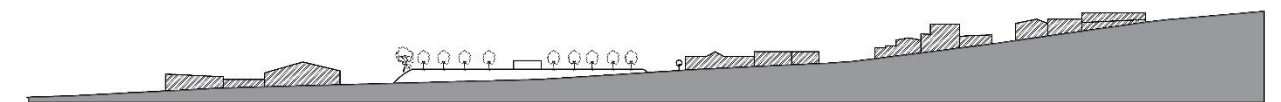
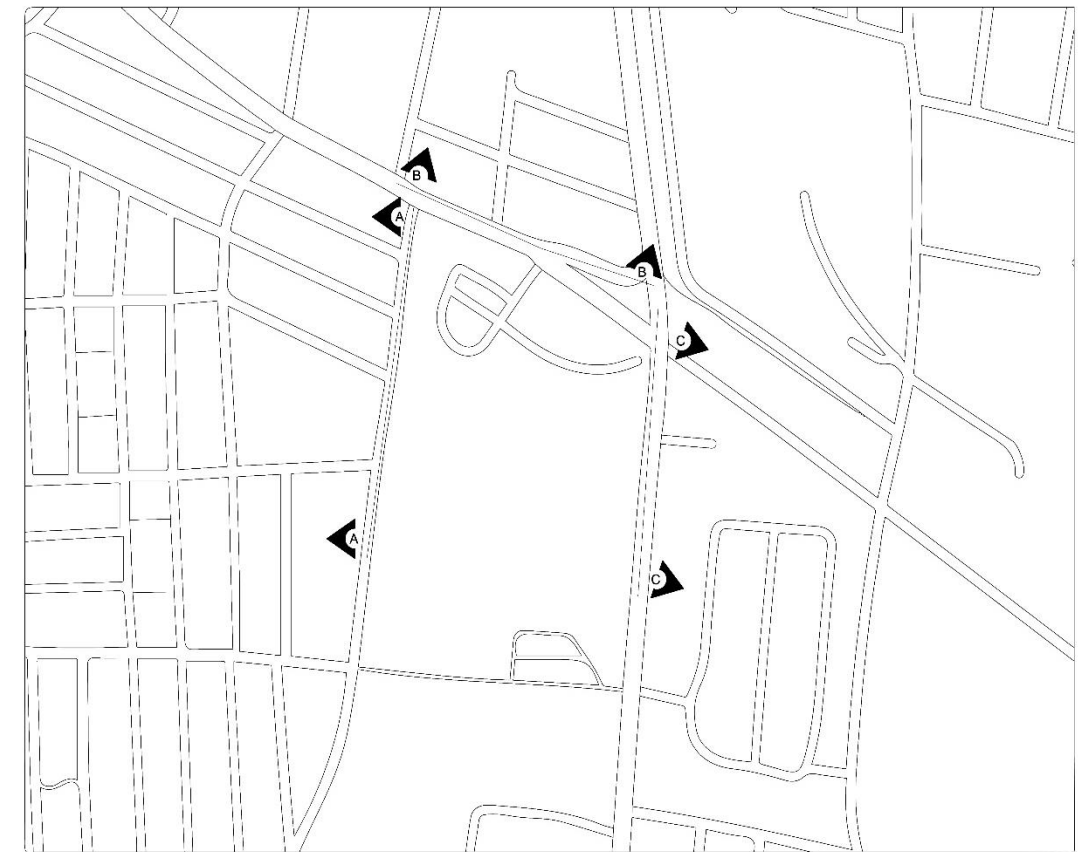
El terreno en su mayor parte no supera el 2% de pendiente, en la parte sur del terreno es donde se presenta la mayor diferencia de desnivel, según el levantamiento topográfico facilitado por los topógrafos de la Municipalidad de Cartago.



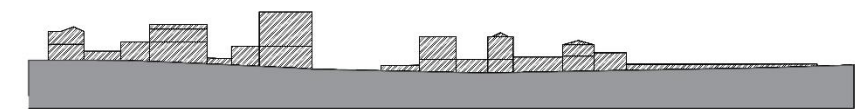
Figura 99. Curvas de nivel.

Fuente: Municipalidad de Cartago.

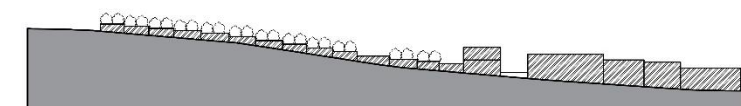
4.4.3.1. Perfiles arquitectónicos



Corte A-A



Corte B-B



Corte C-C

Figura 100. Perfiles arquitectónicos.

Fuente: elaboración propia.

4.4.4. Ejes de Tensión

Se elaboran ejes desde el terreno del proyecto con base en los edificios patrimoniales, a los centros educativos y los centros de reciclaje, con el fin de realizar una estructura de campo, de esta manera, llegar a que sea un posible emplazamiento con los ejes que se proyectaron. Según Attilio Marcolli, en su libro, Teoría de Campo (1978), "poseer la estructura de un campo significa no sólo conocer su esencia, sino asimismo todas sus articulaciones formales".



Figura 101. Ejes de tensión patrimoniales.

Fuente: elaboración propia.

El análisis de la estructura del campo nos permite adueñarnos del espacio a través de su estructura, realizando una serie de composiciones y de articulaciones espaciales en el interior del campo sin quitarle importancia de la estructura. La estructura de campo cuanto más se mantenga íntegra y se realice composiciones sobre la base de esta estructura, tanto más múltiples y ricas en su desarrollo serán las soluciones que sabremos crear en su interior.

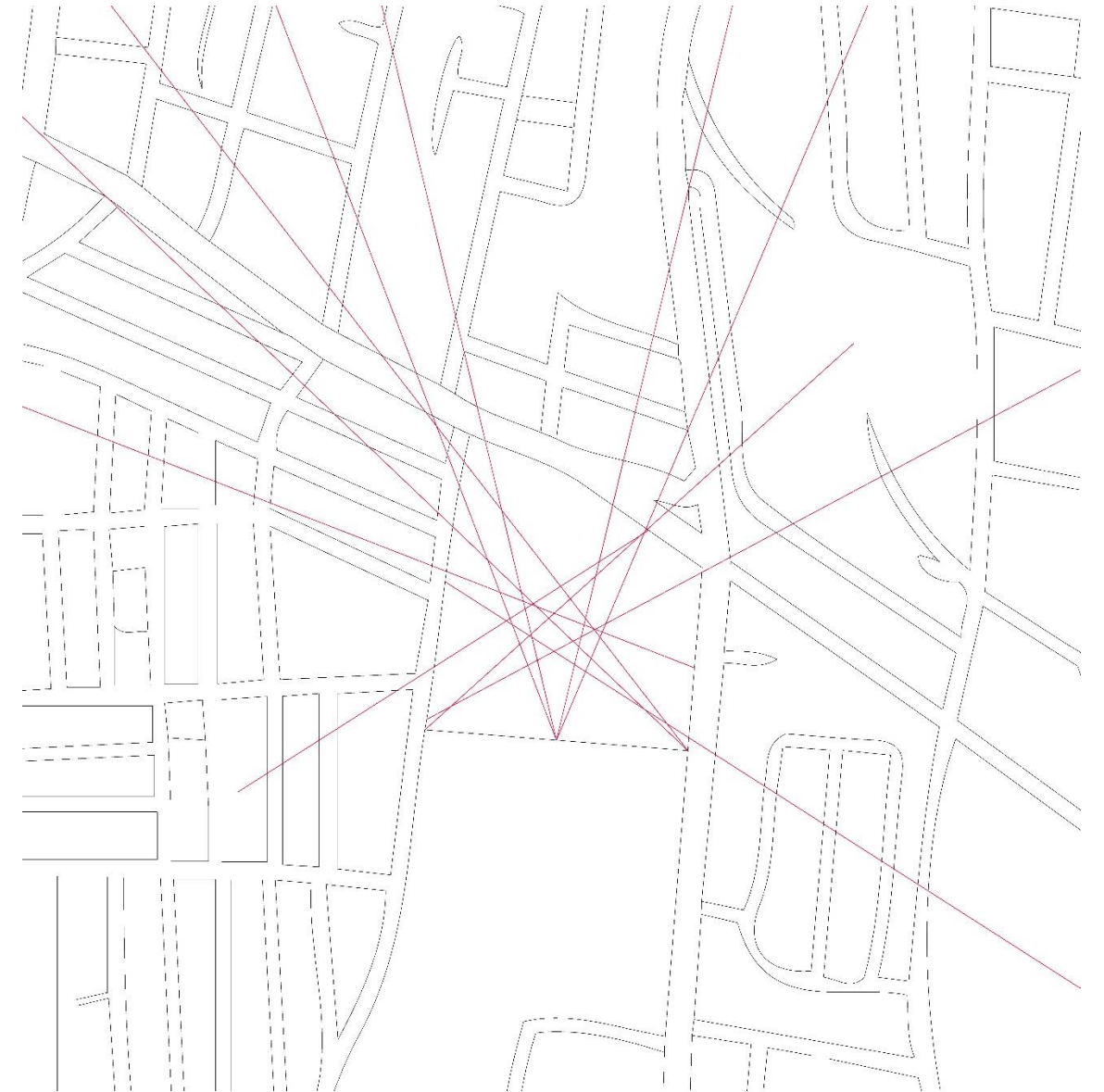


Figura 102. Ejes de tensión de centros educativos.

Fuente: elaboración propia.

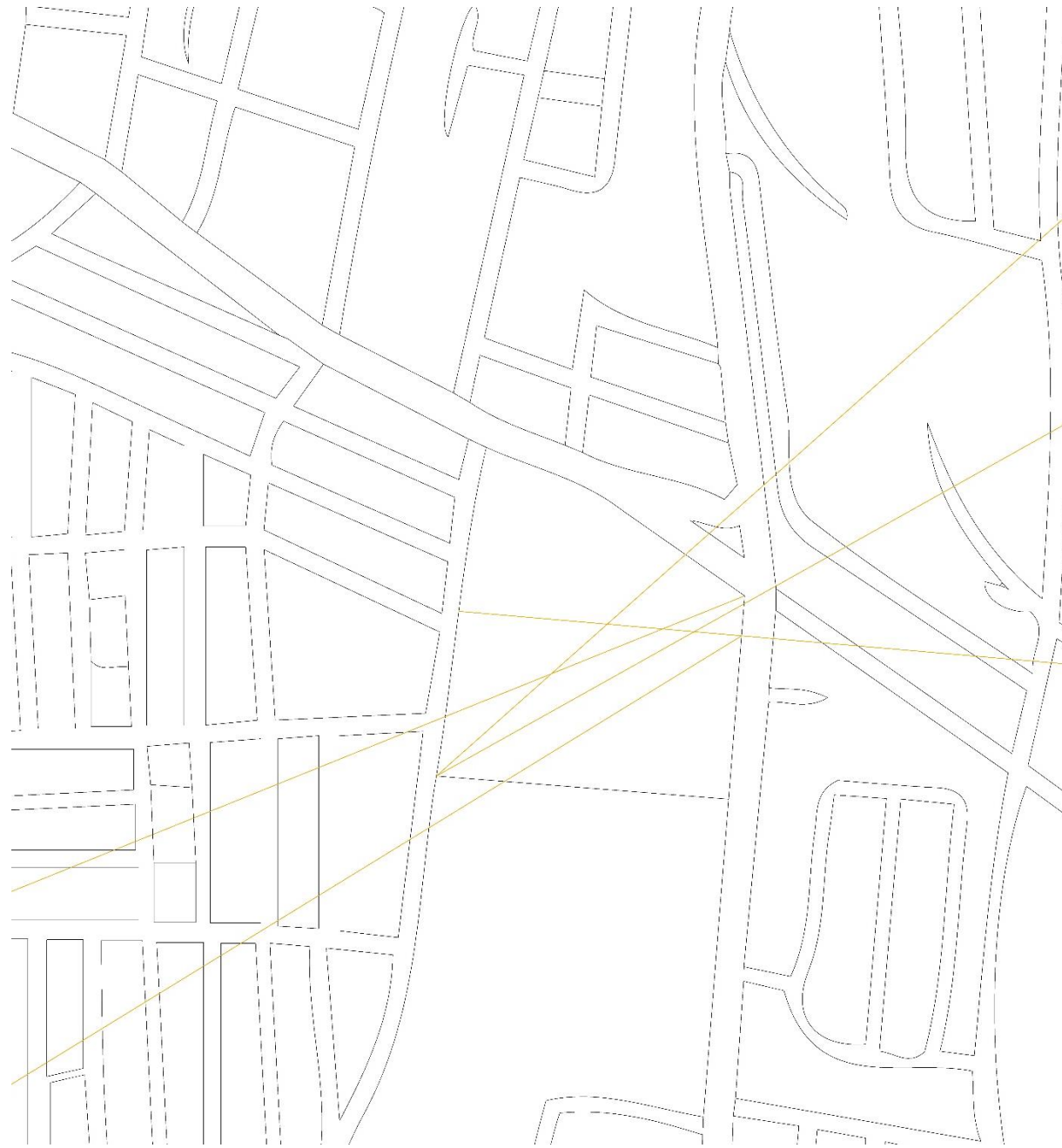


Figura 103. Ejes de tensión centros de reciclaje.
Fuente: elaboración propia.



Figura 104. Ejes de tensión superpuestos.
Fuente: elaboración propia.

4.4.5. Tipos de usuarios

El tipo de usuario a quien va dirigido el centro de reciclaje es para:

- **Trabajadores Administrativos**
- **Trabajadores de la Planta**
- **Estudiantes primaria**
- **Estudiantes secundaria**
- **Ciudadanos**



Figura 105. Perfil de usuario.

Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO V

Desarrollo de la idea

5.1. Propuesta Conceptual/Metafórica

La conceptualización del proyecto nace a partir de lo que busca transmitir en la planta, con la que se parte de tres conceptos, los cuales son: la fluidez de los procesos industriales, la unificación de los espacios para un mejor funcionamiento y una estructura apta para el tratamiento de los desechos, de estos se abstrae una analogía y se desarrollan los mismos para justificarlos junto con una idea base que sustente la conceptualización que es la estructuración articulada continua.

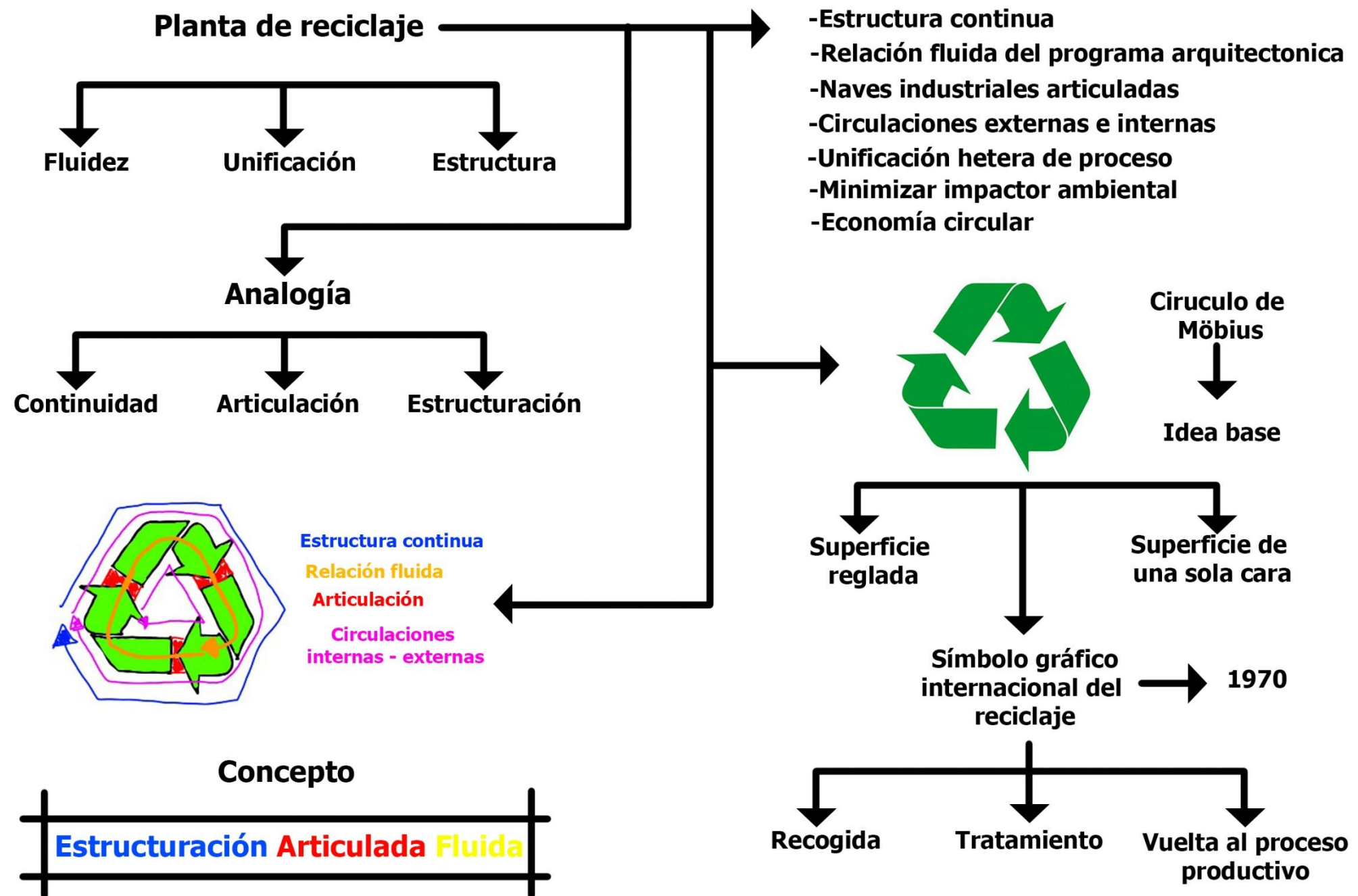


Figura 106. Conceptualización del proyecto. Fuente: elaboración propia.

5.1.1. Explicación analógica del proyecto

La estrategia del proyecto ha sido, la de atacar la problemática existente. Utilizado la idea base del círculo de Möbius en relación con las "naves industriales articuladas y edificio administrativo - educacional singular", de esta manera, se busca unificar todo el conjunto, de forma heterogénea en los procesos de selección y procesado de la basura, almacenaje, bajo una única cubierta y articulando el edificio administrativo por medio de un puente.

Construcción: el sistema constructivo que se propone para el proyecto, el cual es parte del compromiso medioambiental que se trata en la presente investigación, en lo posible en que las técnicas y materialidad lo permitan. El proyecto se piensa en una vida útil de veinte años (según sistemas estudiados en los proyectos de los casos de estudio), una vez acabado ese periodo, estos materiales se podrán reciclar como equipamiento o desmantelarse todos sus componentes, este tipo de aspectos son de importancia a la hora de la elección de materiales y sistemas, los cuales sean todos reciclables y así, poder obtener un bajo precio, industrialización, prefabricación y reciclaje.

Educación: una de las partes que componen este proyecto de investigación, la cual se ha diseñado según las necesidades espaciales de las instalaciones, de igual forma, se le ha prestado una especial atención a un recorrido de visitas que contará el proyecto de planta de tratamiento. Estos son aspectos didácticos que, adquieren cada vez más importancia y relevancia en este tipo de proyectos, por tal motivo, este proyecto ha tenido en cuenta en su diseño, desde el aparcamiento de autobuses, hasta la sala de control y una secuencia de recorrido, funcional y espacial que funcione de manera óptima y cuya experiencia de estas visitas sea agradable sin interferir con el estricto funcionamiento de la planta.

Desde el aula medioambiental se dirigirá por una circulación del edificio hacia el recorrido de visitas que será aéreo por medio de un puente que está herméticamente cerrado, pero que cuenta con ventanas en todo su desarrollo, de esta manera, se evitará así cualquier conflicto con los vehículos que circulan continuamente por la planta e intensificando las vistas, de la estructura industrial de la planta de tratamiento, así como de su funcionamiento y todos los procesos que se llevan a cabo, para una mejor comprensión y valor que tiene el reciclaje. El edificio contará con una pequeña zona de exposiciones junto a las aulas medioambientales, estas estarán amuebladas adecuadamente, lo cual permitirá las explicaciones de los guías, estos recorridos cuentan con una capacidad para grupos de sesenta personas, aproximadamente.

5.2. Pautas de Diseño

5.2.1. Luz Natural

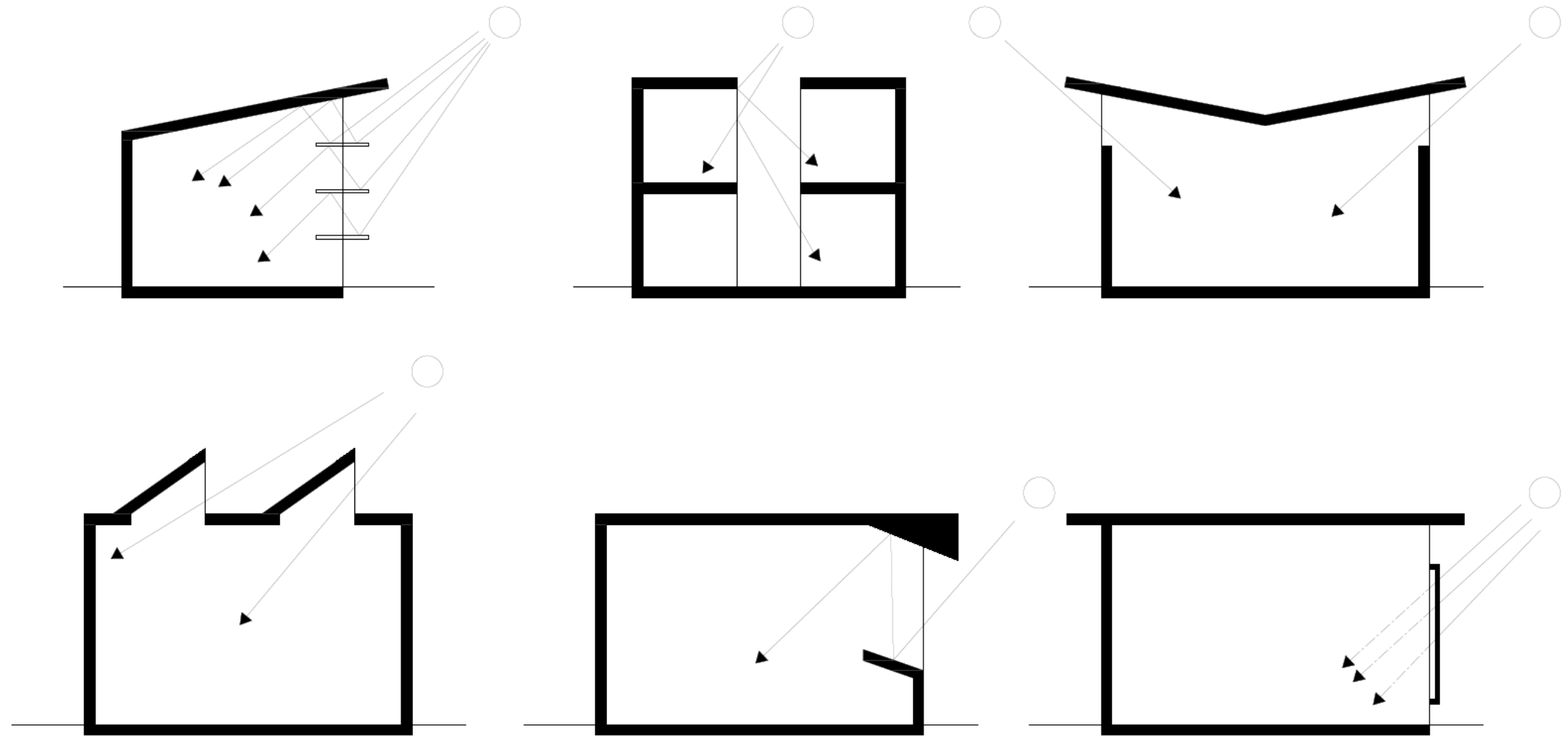


Figura 107. Pautas de luz natural.

Fuente: elaboración propia.

5.2.2. Agua de Lluvia y Orientación

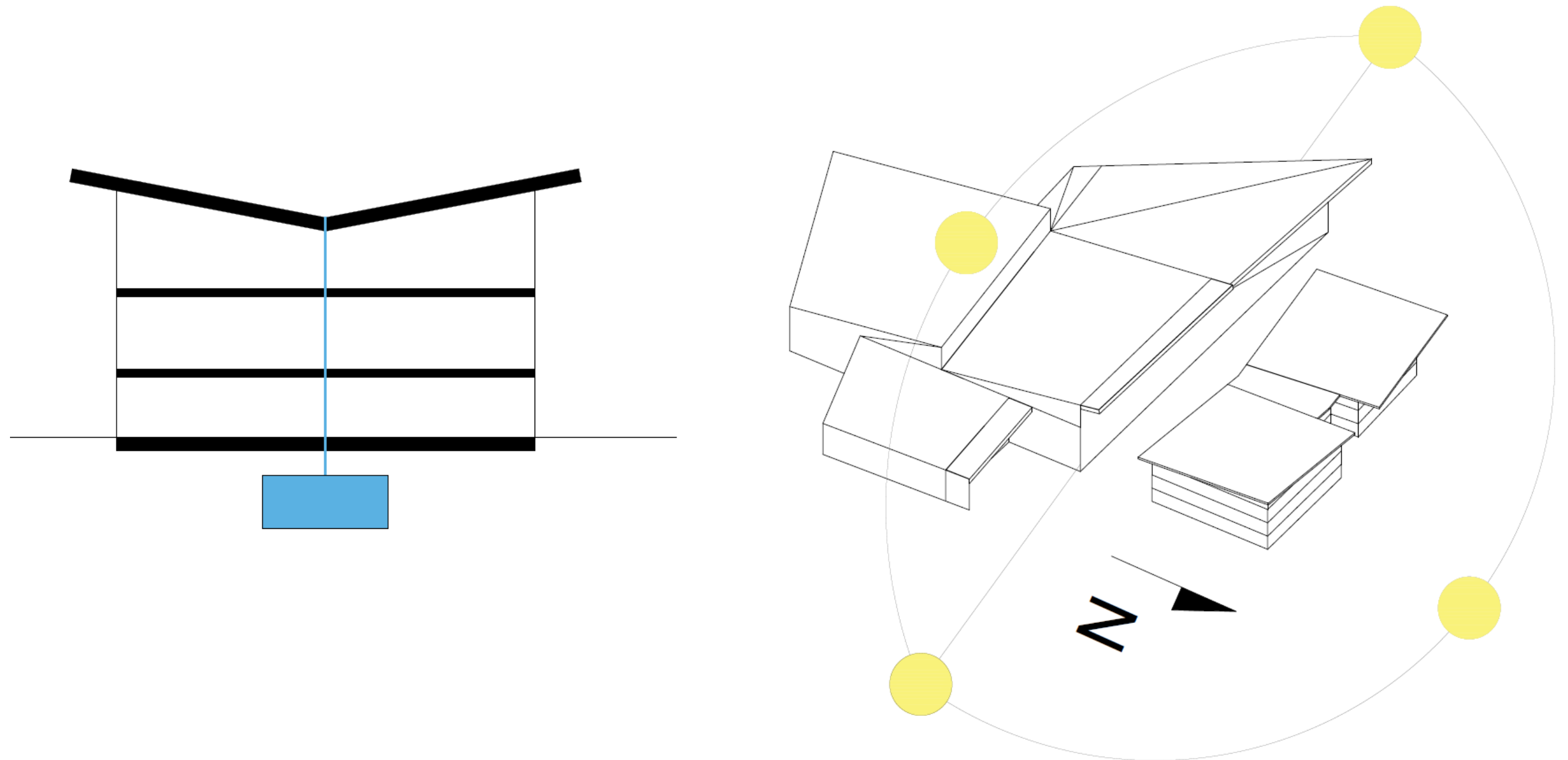


Figura 108. Agua pluvial y orientación.

Fuente: elaboración propia.

5.2.3. Vegetación Sol

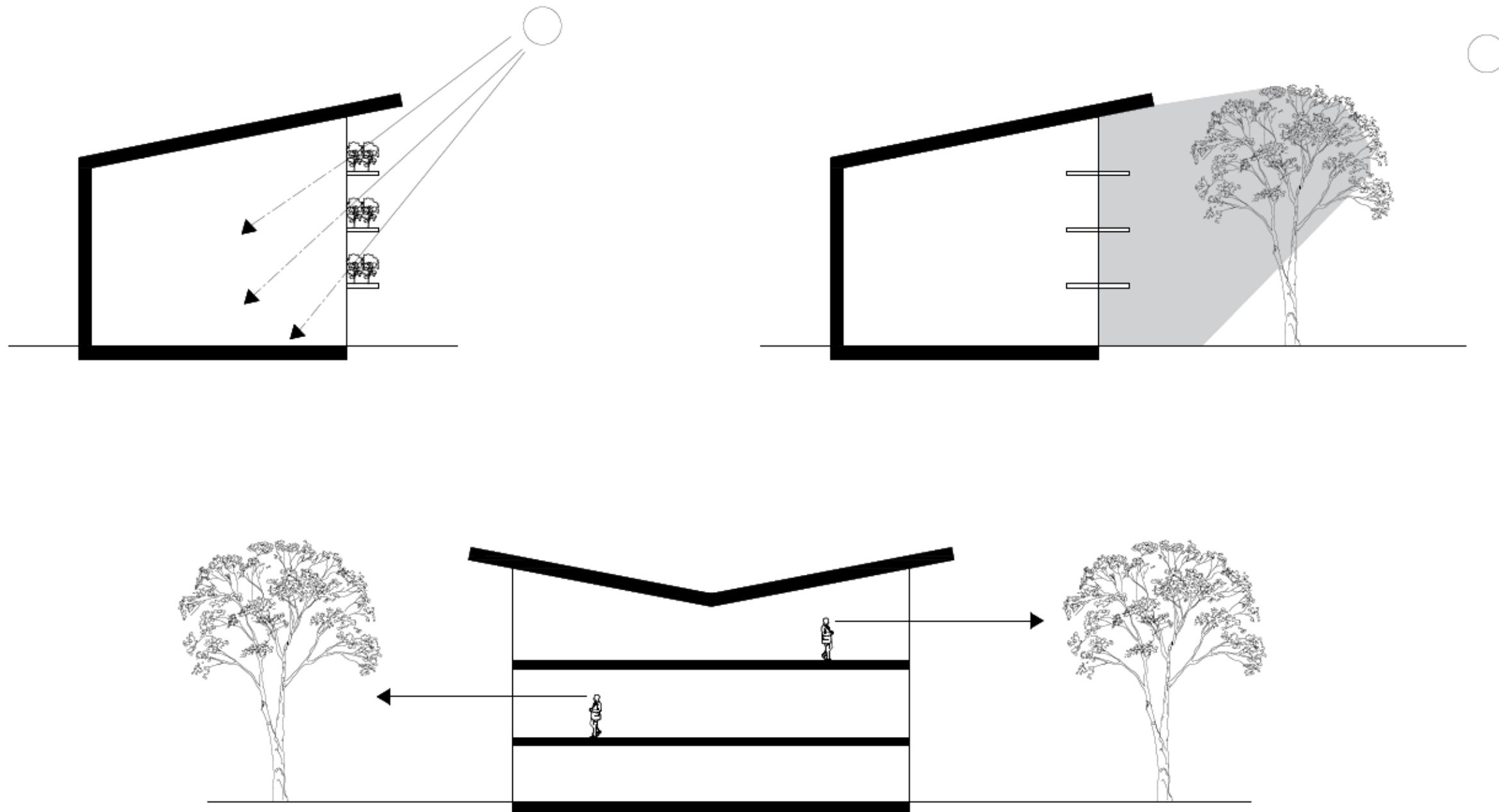


Figura 109. Pautas vegetación - sol.

Fuente: elaboración propia.

5.2.4. Ventilación Natural

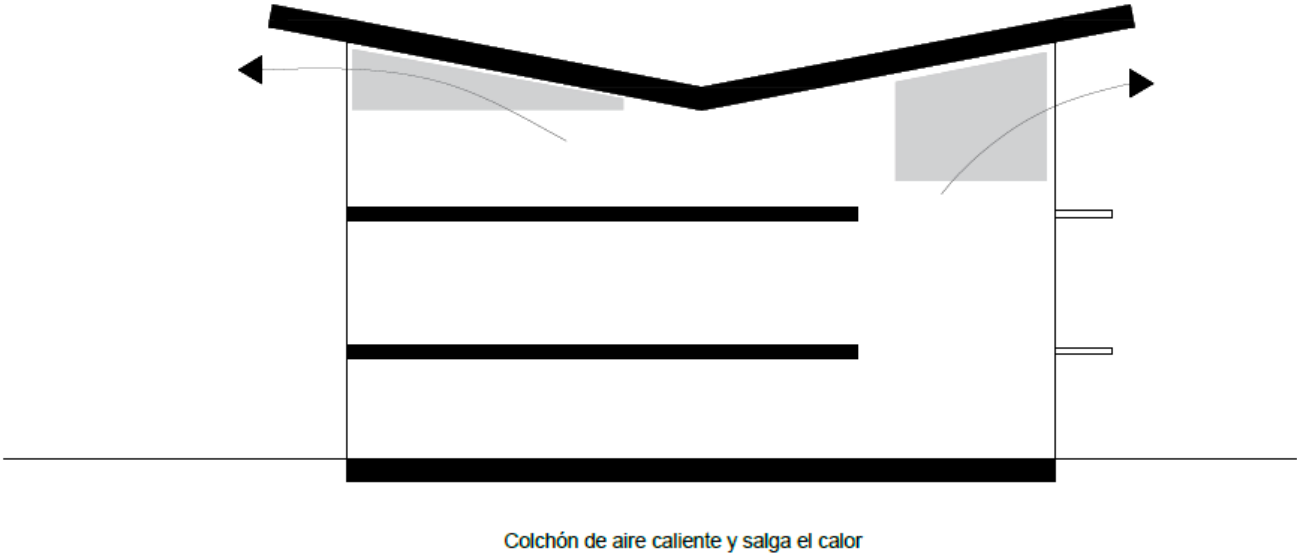
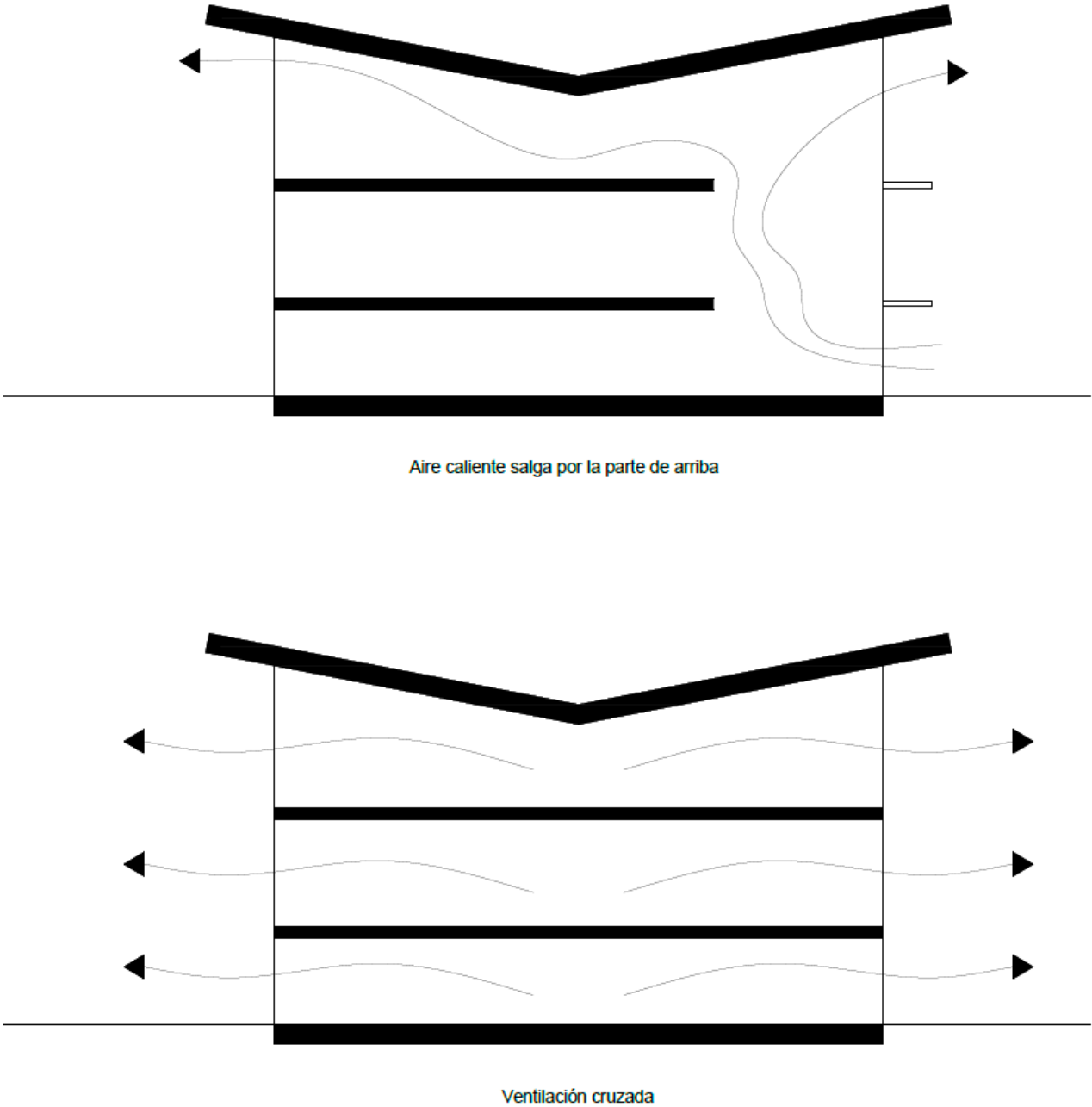


Figura 110. Pauta de ventilación.
Fuente: elaboración propia.

5.3. Programa Arquitectónico Administrativo y Planta

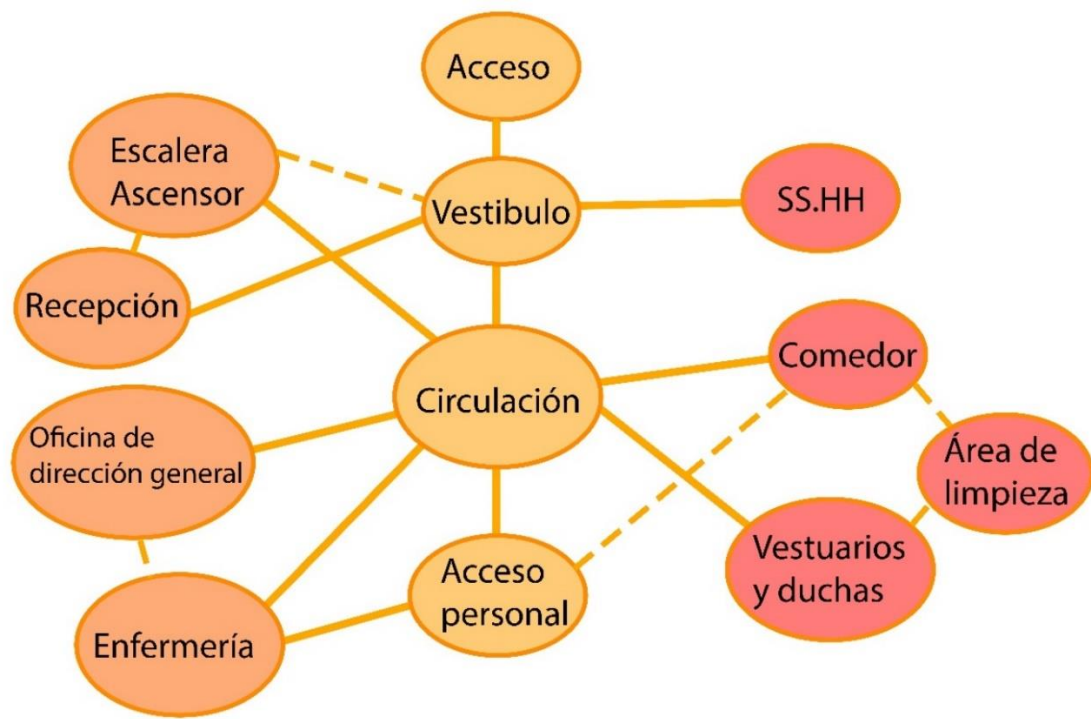
5.3.1. Programa Arquitectónico Administrativo

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO								
Zona	Sectores	Ambientes	Funciones	USO	CAPACIDAD	ÁREA	CIRCULACIONES	TOTAL
ZONA DE CONTROL	Control de ingreso y salida	Módulo de control de acceso y salida	Control de lo que ingresa a la planta y Control de lo que sale de la planta	Alto	3			
		SS.HH	Necesidades fisiológicas	Medio	2	5		
		Área Técnica	Documentación de los vehículos que ingresan	Medio	3	20		
		Balanza	Pasaje de camiones	Medio	2	170		
						195	0	195
						TOTAL ÁREA DE CONTROL		195
ZONA DE ADMINISTRACIÓN	Área de administración	Oficina de gestión ambiental	Organización de actividades ambientales	Medio	4	40		
		Oficina de administración	Organización de actividades industriales y administrativas	Medio	4	48		
		Oficina de contabilidad	Gestiones contables	Medio	2	31		
		Oficina de recursos humanos	Integridad de los trabajadores y de la planta	Medio	4	38		
		Jefe de producción	Gestionar la producción final	Bajo	2	46		
		Salón de reuniones	Reuniones privadas	Bajo	20	57		
		Archivo	Almacenamiento de documentos públicos y privadas	Medio	5	52		
		Depositos	Actividades de limpieza y de mantenimiento	Bajo	4	21		
SS.HH	Necesidades fisiológicas	Medio	1	68		187		
						401	187	588
ZONA DE EDUCACIÓN	Área de formación	Aulas de formación	Desarrollo de actividades educativas y talleres para visitantes	Alto	30	57		
		Biblioteca especializada	Conservación, almacenamiento y consulta de libros	Bajo	5	38		
		Sala técnica y proyección	Sala de proyecciones para presentaciones a visitantes	Medio	30	52		
		Control de calidad	Control del estado de los productos	Bajo	4	31		
		Control de seguridad	Control y monitoreo de vigilancia	Bajo	2	45		
		Puente	Puente que conecta con la planta	Alto	60	536		
		SS.HH	Necesidades fisiológicas	Medio	8	68		
						827	227	1054
ZONA DE SERVICIOS	Servicios de personal	Recepción	Recepción y espera de visitantes	Medio	20	126		
		Comedor del personal	Consumo de alimentos y bebidas y descanso del personal	Medio	55	140		
		Enfermería	Atención médica y primeros auxilios	Bajo	5	32		
		Vestuarios y duchas	Aseo personal y cambio de ropa	Medio	30	163		
		Oficina de dirección general	Dirección general	Medio	6	28		
		Área de limpieza y centro de energía	Almacenamiento de residuos y material de limpieza - Centro de energía de paneles	Medio	10	18		
		Ascensor y escaleras	Ascensor, cuarto maquina de ascensor y gradas	Medio	10	62		
		SS.HH	Necesidades fisiológicas	Medio	3	11		203
						580	203	783
						TOTAL DE ÁREA ADMINISTRATIVA Y EDUCACIÓN		2425

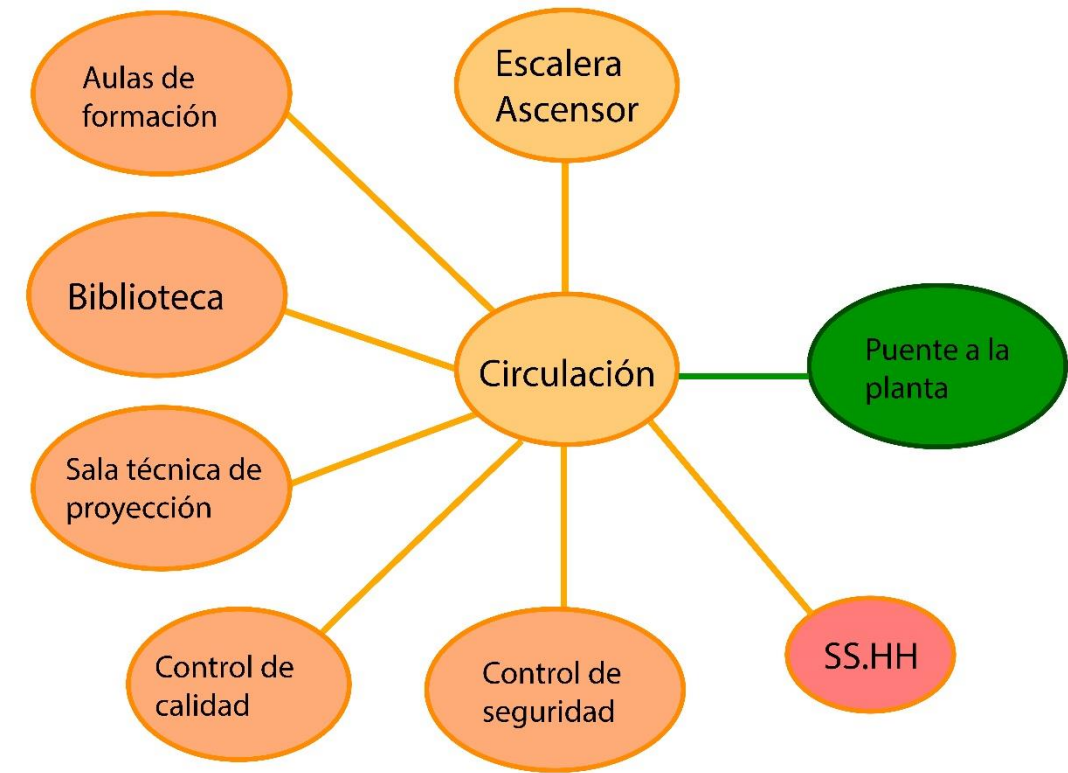
Figura 111. Programa arquitectónico administrativo y educación.

Fuente: elaboración propia.

5.3.2. Diagrama Administrativo de Relaciones



ZONA DE SERVICIO



ZONA DE EDUCACIÓN



ZONA DE ADMINISTRACIÓN

Figura 112. Diagramas de relaciones.

Fuente: elaboración propia.

5.3.3. Zonificación Administrativa

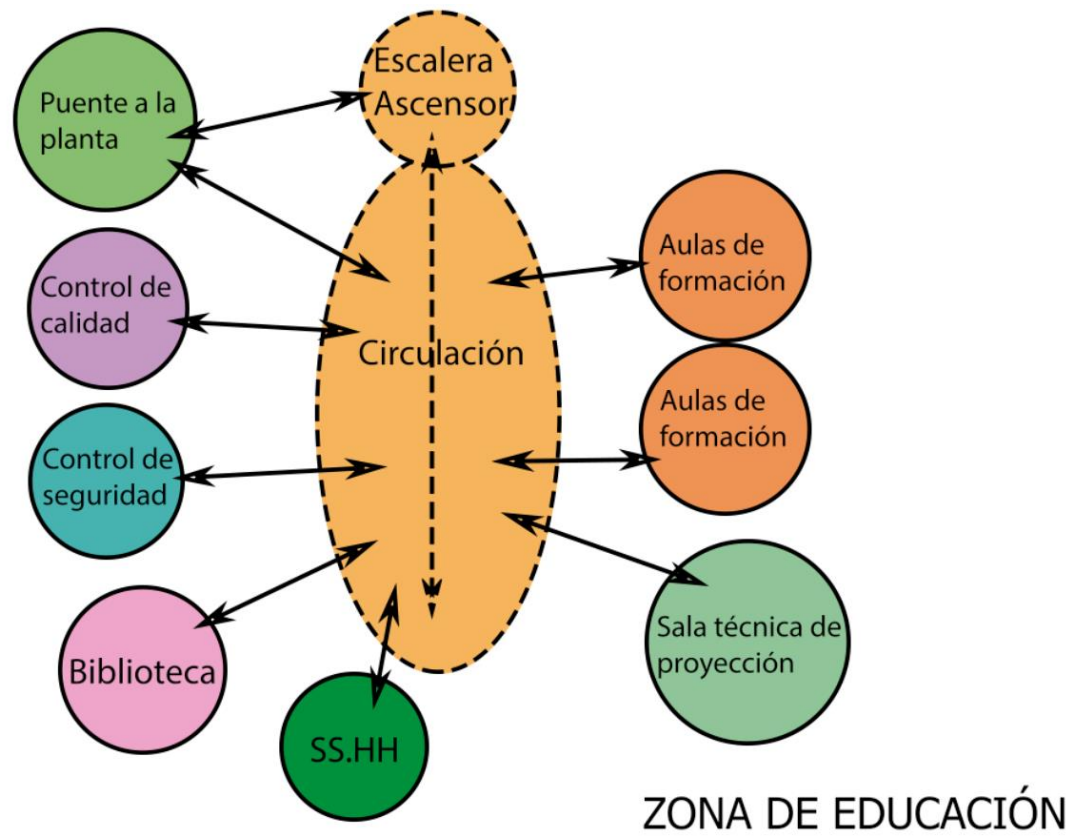
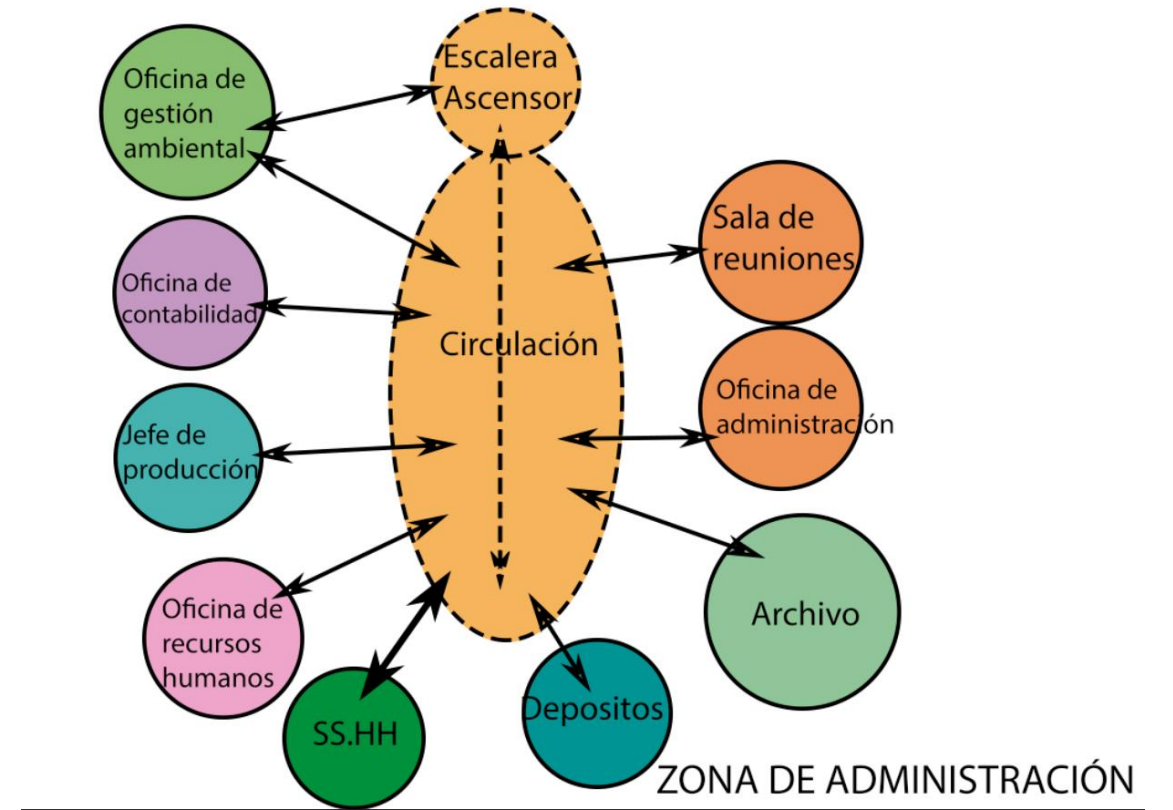
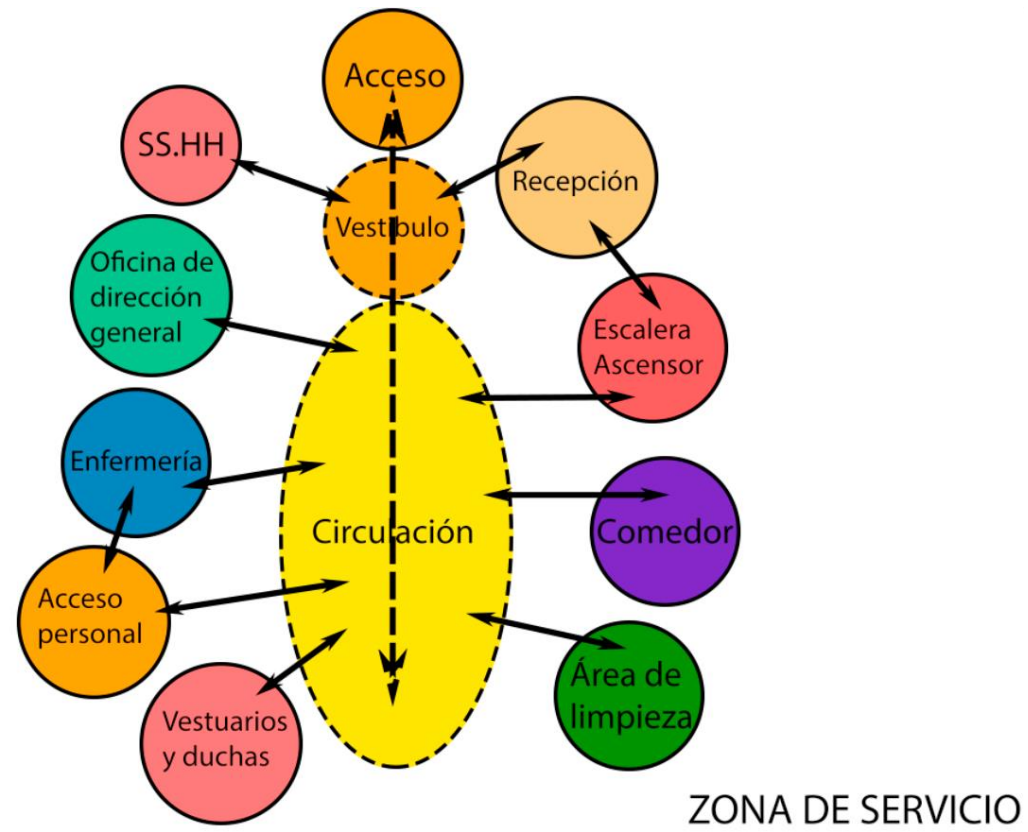


Figura 113. Zonificaciones administrativas.

Fuente: elaboración propia.

5.3.4. Programa Arquitectónico de Planta

ZONA DE SERVICIOS INDUSTRIALES	Área energética	Sala de purificación de aire	Filtración de aire y recuperación de partículas	Bajo	5	50	30	275
		Tableros eléctricos	Control de las maquinarias e instalaciones	Bajo	5	40		
		Transformador	Transformación y distribución de la energía eléctrica	Medio	5	40		
		Sala de generadores	Generador a través de paneles	Bajo	5	20		
		Subestación eléctrica	Energía distribuida para la planta	Medio	3	40		
		Taller mecánico y eléctrico	Arreglar instrumentos de la planta	Medio	3	20		
		Cisternas y cuarto de bombas contra incendios	Almacenamiento de agua potable	Bajo	3	20		
	Cisternas	Distribución de agua de la planta	Alto	10	15	245	30	
	Estacionamiento y áreas libres	Ingreso y plazas exteriores	Aproximación a las instalaciones	Bajo	100		4200	4200
		Estacionamientos de vehículos pesados	Custodia de camiones usados para traslado de residuos	Medio	20			
		Área de lavado de camiones	Limpieza de camiones	Medio	5			
		Área de circulaciones y maniobras	Maniobra y circulaciones de los vehículos	Medio	10			
		Estacionamiento temporal de buses y camiones	Parqueo de buses y camiones	Medio	20			
		Estacionamiento de visitantes y empleados	Parqueo de vehículos livianos y medianos	Medio	50			
		Estacionamiento de servicio	Parqueo de vehículos pesados y medianos con mercancía	Medio	5			
TOTAL ÁREA DESERVICIOS INDUSTRIALES							4475	
ZONA INDUSTRIAL	Descarga de producto	Zona de descarga	Descarga de camiones	Medio	15	270	425	5497
		Fosa de recepción	Almacenamiento de residuos	Alto	15	400		
		Tolvas de tromel	Alimentación de residuos a tromeles	Medio	1	40		
		Transportadora directa	Espacio destinado para el transporte de residuos	Alto	20	40		
		Faja transportadora a separación	Alimentación de residuos a tromeles	Alto	25	440		
	Área de limpieza y retiro de impurezas	Plataforma de descarga secundaria	Llegada de copiadores menores	Medio	3	360		
		Separadores	Separación manual de impurezas o restos	Alto	12	190		
		Bombas de impureza	Limpieza de los residuos descargados	Alto	11	175		
	Área de lavado y secado	Bombas de lavado	Lavado y enjuague de plásticos y papel	Medio	16	144		
		Fajas de compresión	Compresión de los productos	Alto	15	150		
		Secado de aire	Secado de los productos	Alto	13	10		
	Procesamiento de los materiales a reciclar	Separadores para procesar	Separación para procesamiento de plásticos y papel	Medio	25	250		
		Trituradoras	Localización de prensas trituradoras	Medio	18	140		
		Compactadoras de producto	Compactación de productos para calidad	Alto	20	140		
		Embaladoras	Separar el producto en bloques	Medio	18	140		
		Empacadoras para procesar	Empacar para convertir en nuevo producto	Medio	24	240		
		Control de calidad de productos reciclados	Controlar el producto a convertir	Alto	16	128		
Almacenamiento del producto	Modúlos de control y circulación	Control de todo el proceso de reciclaje	Medio	144	1400			
	Almacenaje de subproductos	Almacenamiento de subproductos compactados	Medio	4	90			
	Plataforma de carga	Carga de subproductos en camiones	Alto	10	325	5072	425	
ZONA DE PRODUCCIÓN	Procesamiento del producto final	Almacen de producto inicial	Almacenar el producto a tratar	Alto	10	80	188	893
		Control de producto inicial	Analizar el producto a tratar	Medio	10	80		
		Área de producción	Procesamiento del producto a convertir	Medio	10	180		
		Control de producto final	Analizar el producto nuevo	Medio	9	150		
		Almacen de producto final	Almacenar el producto nuevo	Medio	9	215		
		Estacionamiento de camiones y montacargas	Parqueo de camiones y montacargas	Medio	10			
TOTAL ÁREA DE PLANTA INDUSTRIAL							6390	
TOTAL DEL ÁREA							13547	

5.3.5. Diagrama de Relaciones de la Planta

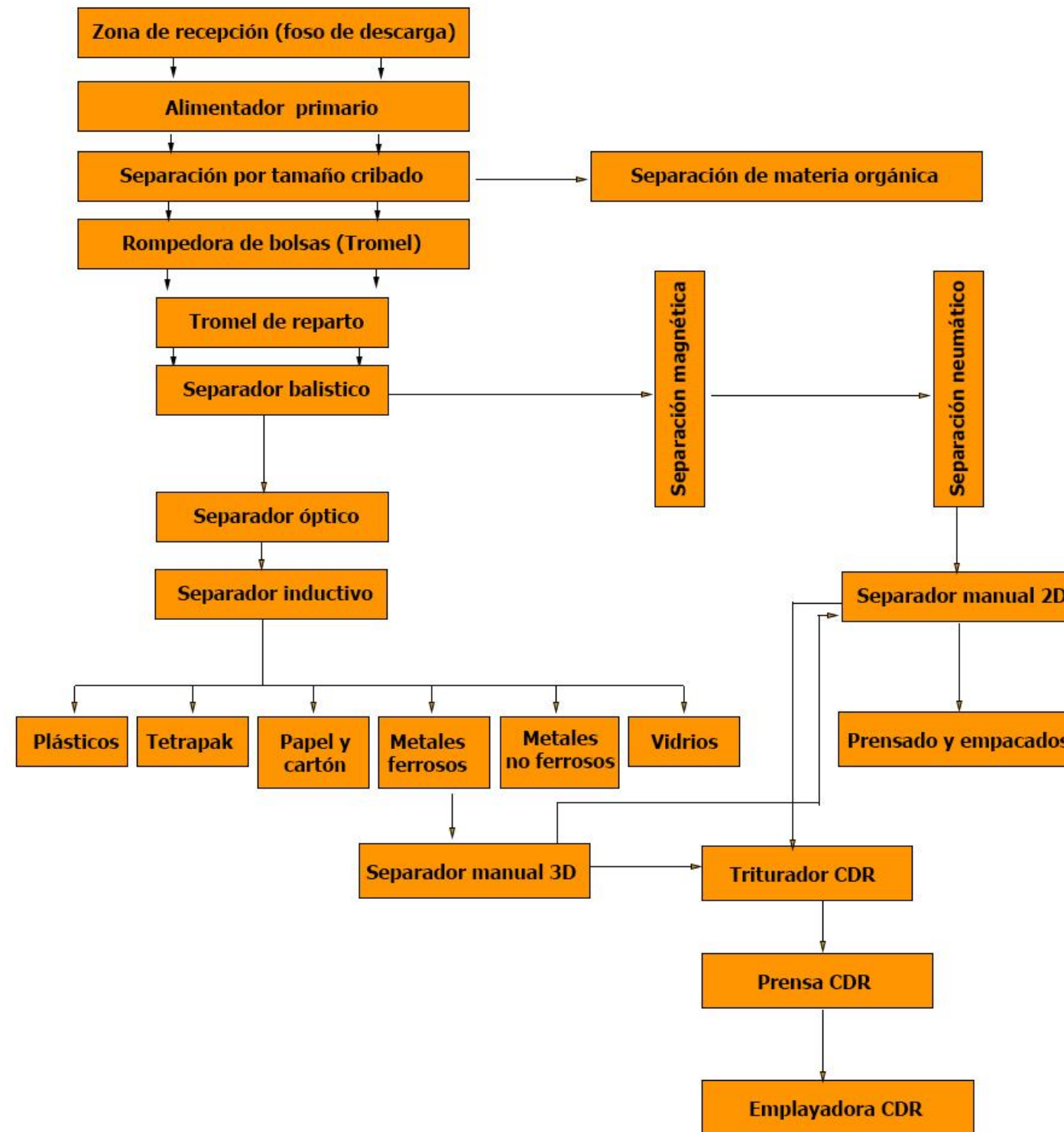
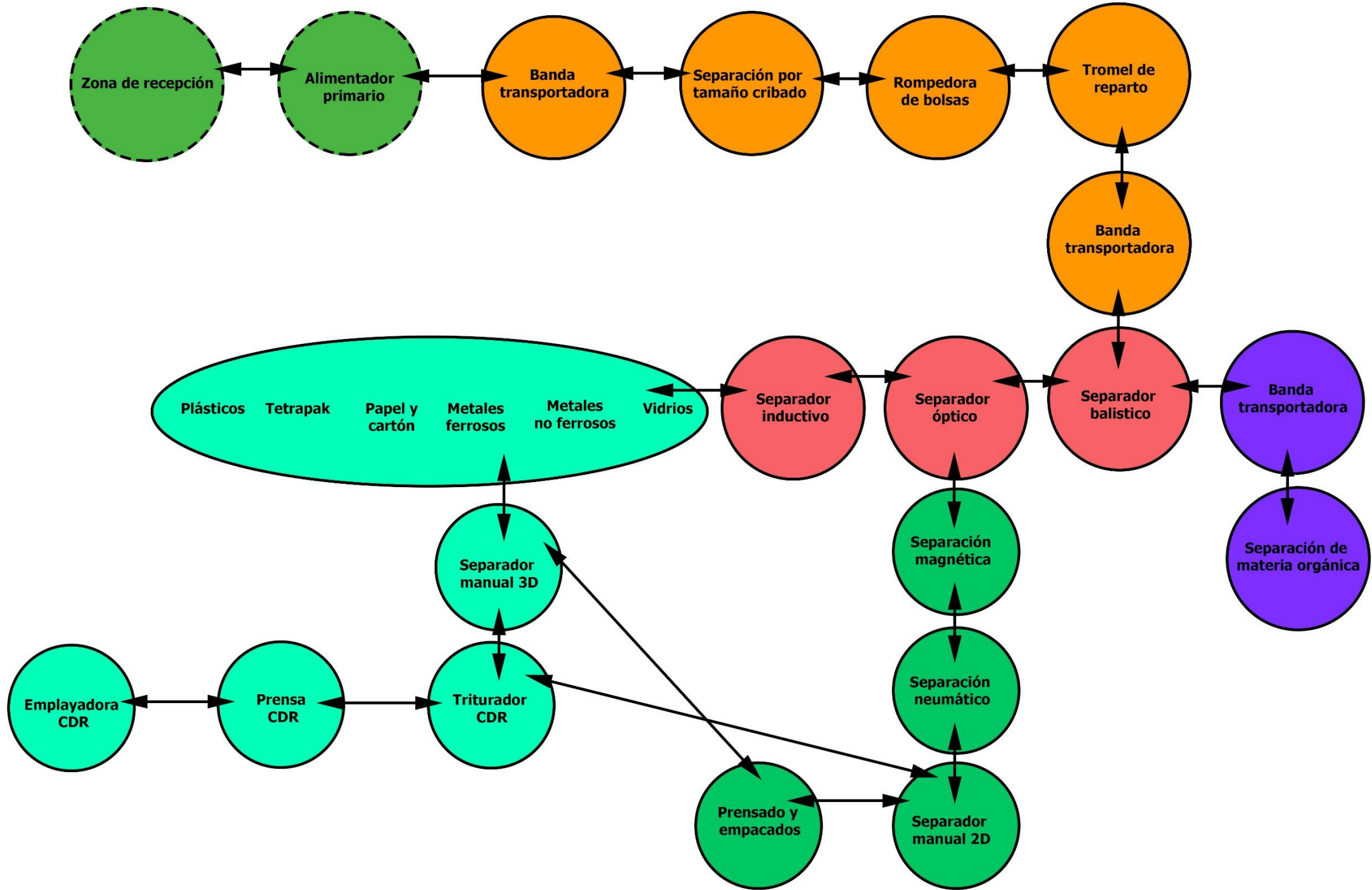


Figura 114. Diagrama de la planta.

Fuente: elaboración propia.

5.3.6. Zonificación de la Planta



ZONIFICACIÓN DE LA PLANTA

Figura 115. Zonificación de la planta.
Fuente: elaboración propia.

5.4. Proceso de Diseño según Análisis

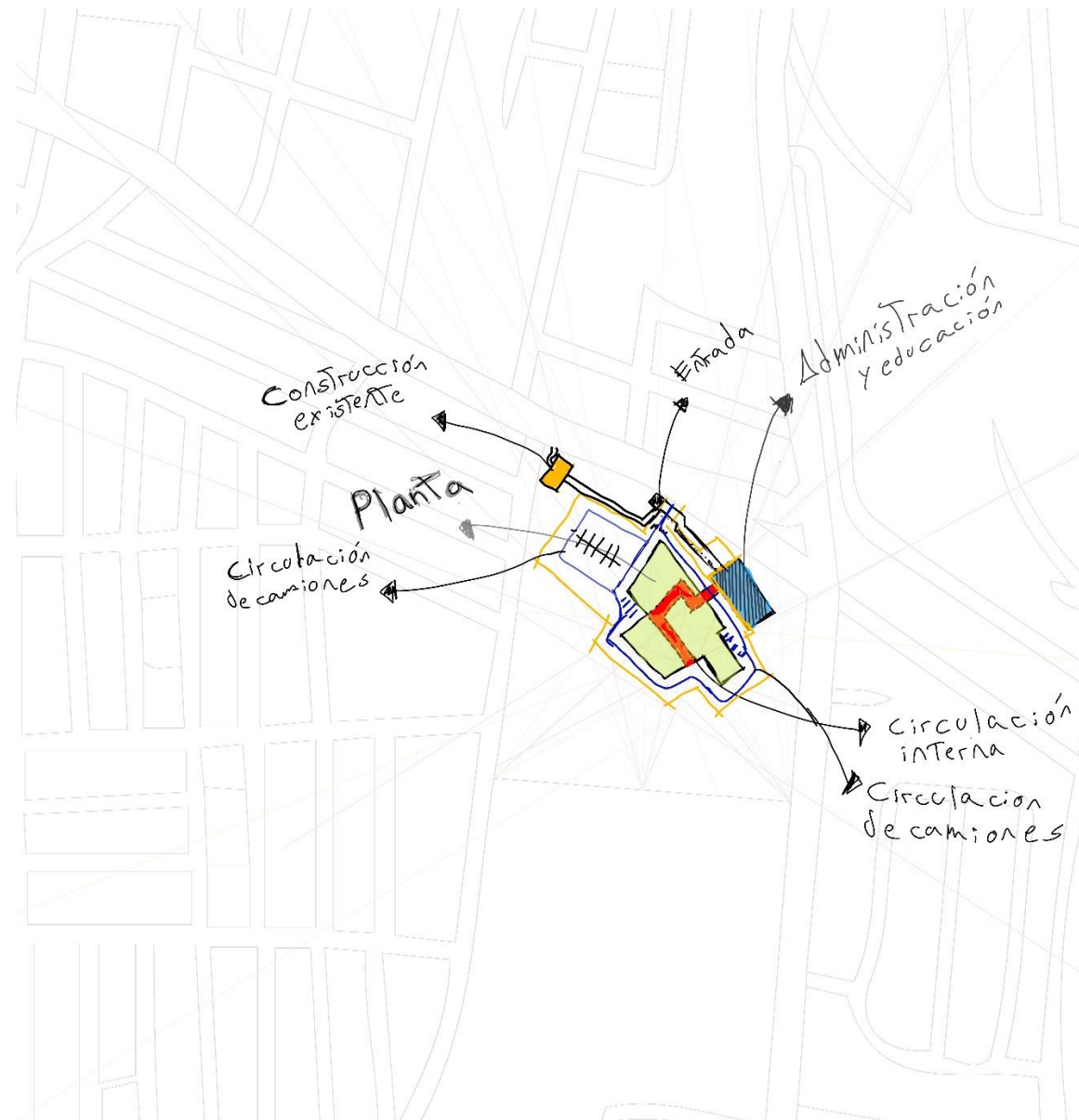


Figura 116. Proceso de diseño según ejes de campo.

Fuente: elaboración propia.

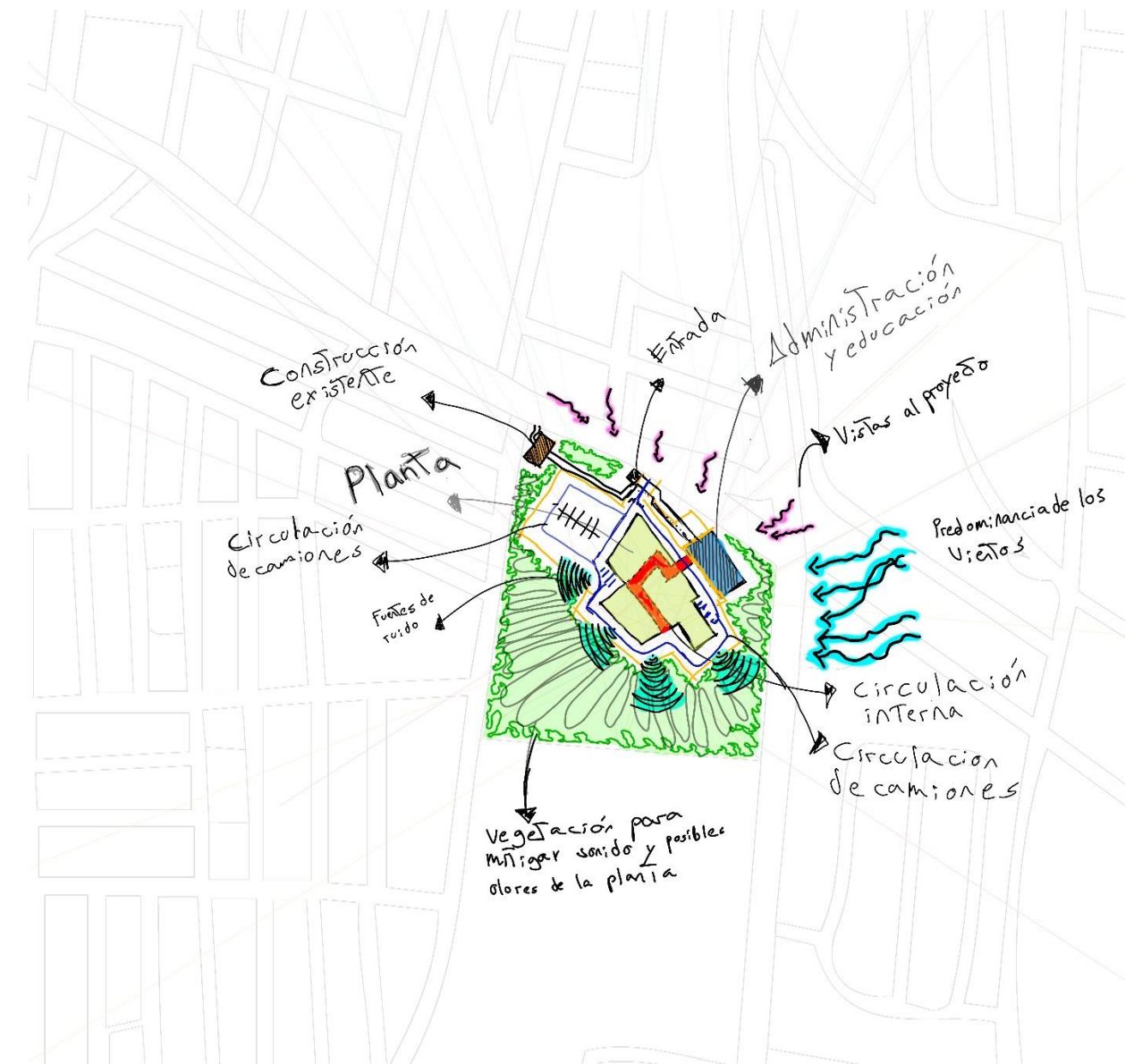


Figura 117. Propuesta de diseño con análisis.

Fuente: elaboración propia.



Figura 118. Proceso de diseño final con análisis.

Fuente: elaboración propia.

5.4.1. Proceso Volumétrico

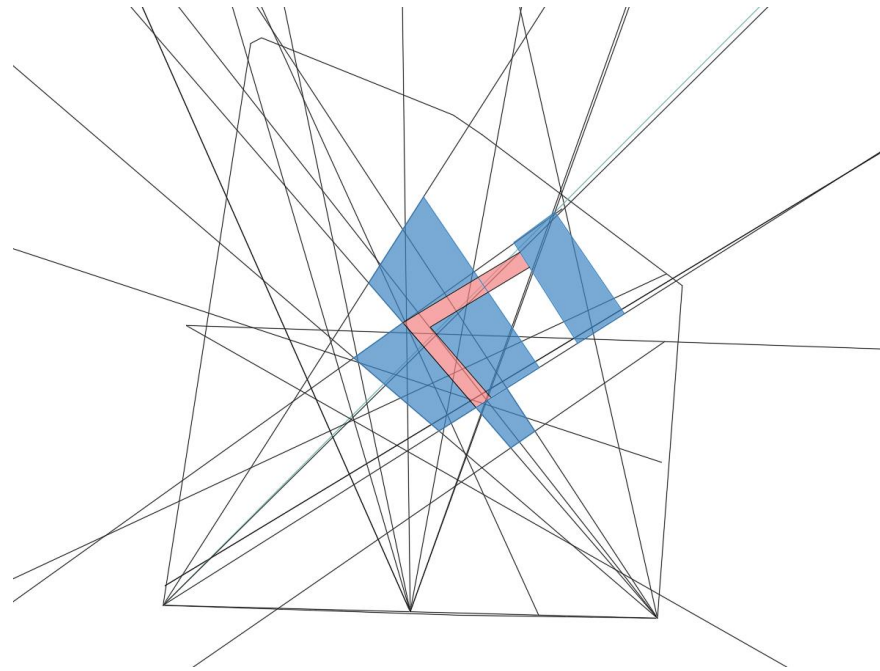


Figura 119. Proceso de forma a partir de ejes estructura de campo.
Fuente: elaboración propia.

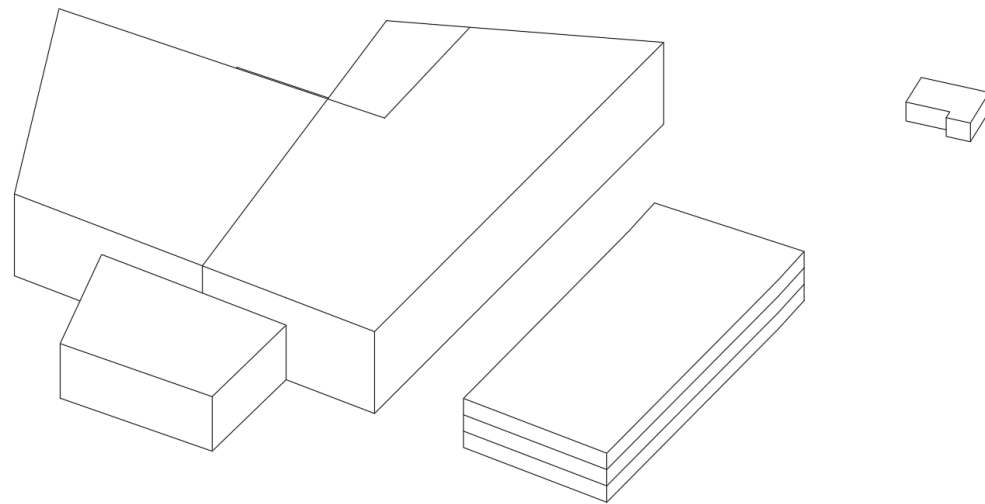


Figura 120. Proceso volumétrico.
Fuente: elaboración propia.

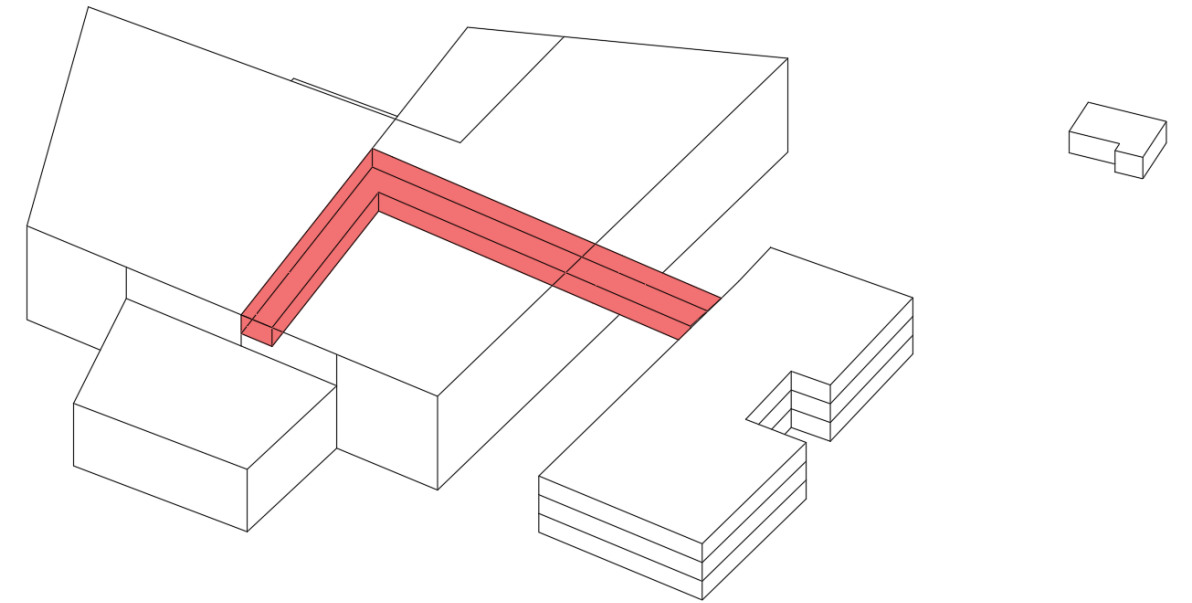


Figura 121. Proceso volumétrico con recorrido interno.
Fuente: elaboración propia.

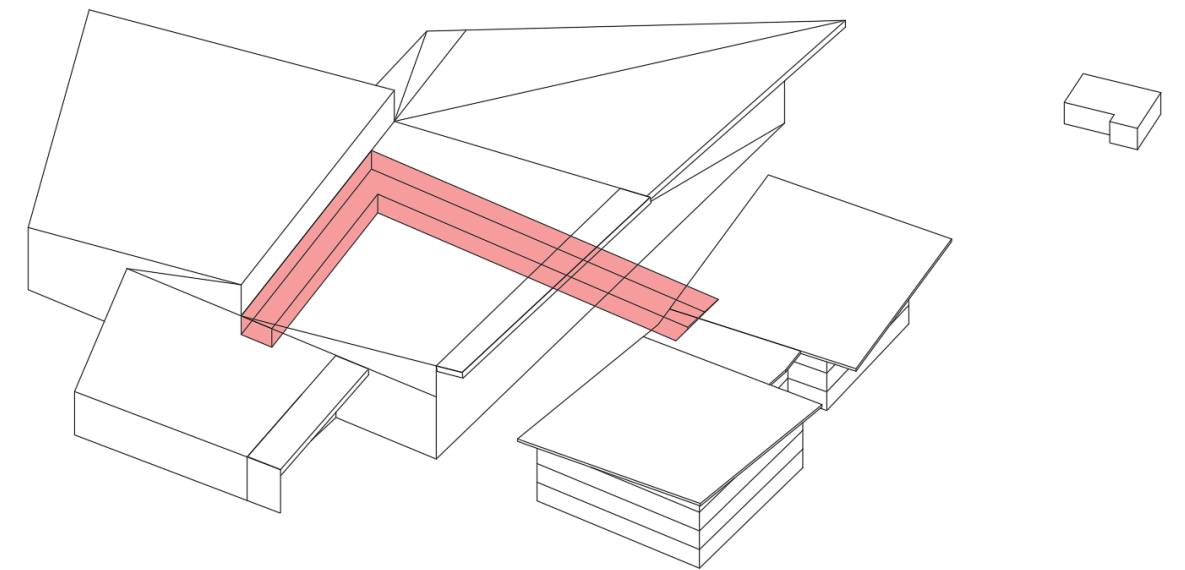


Figura 122. Proceso final.
Fuente: elaboración propia.

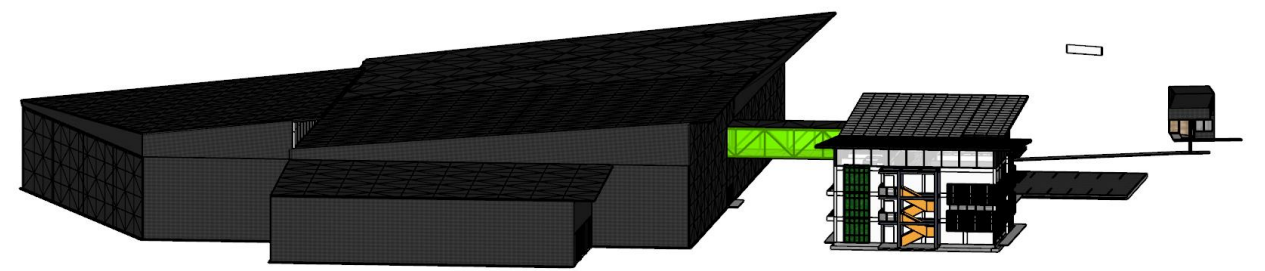
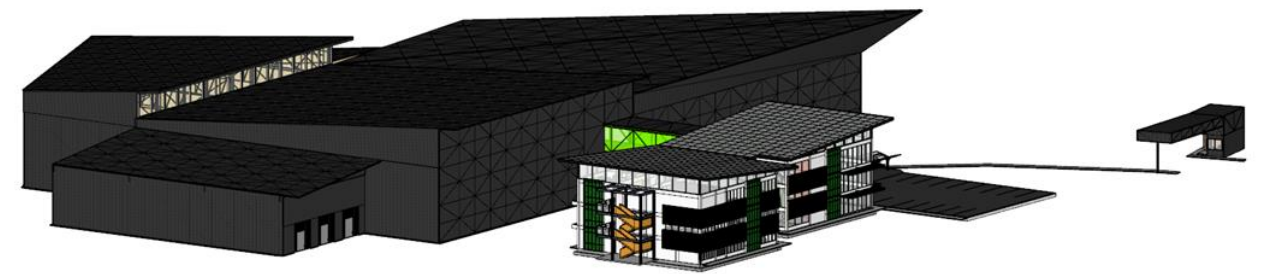
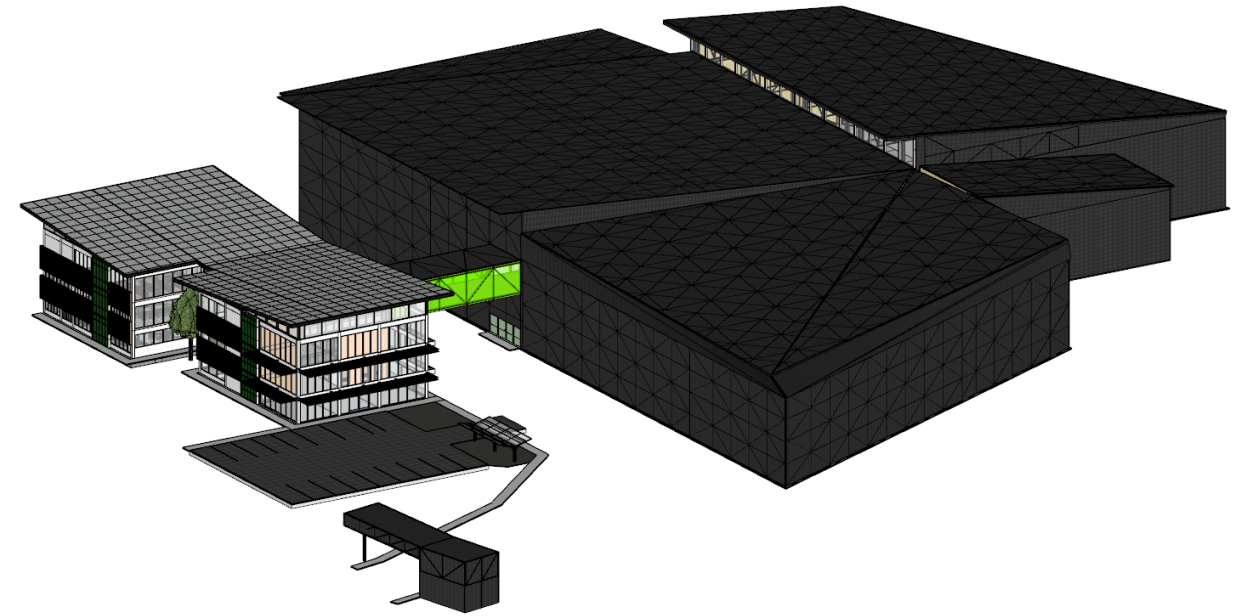
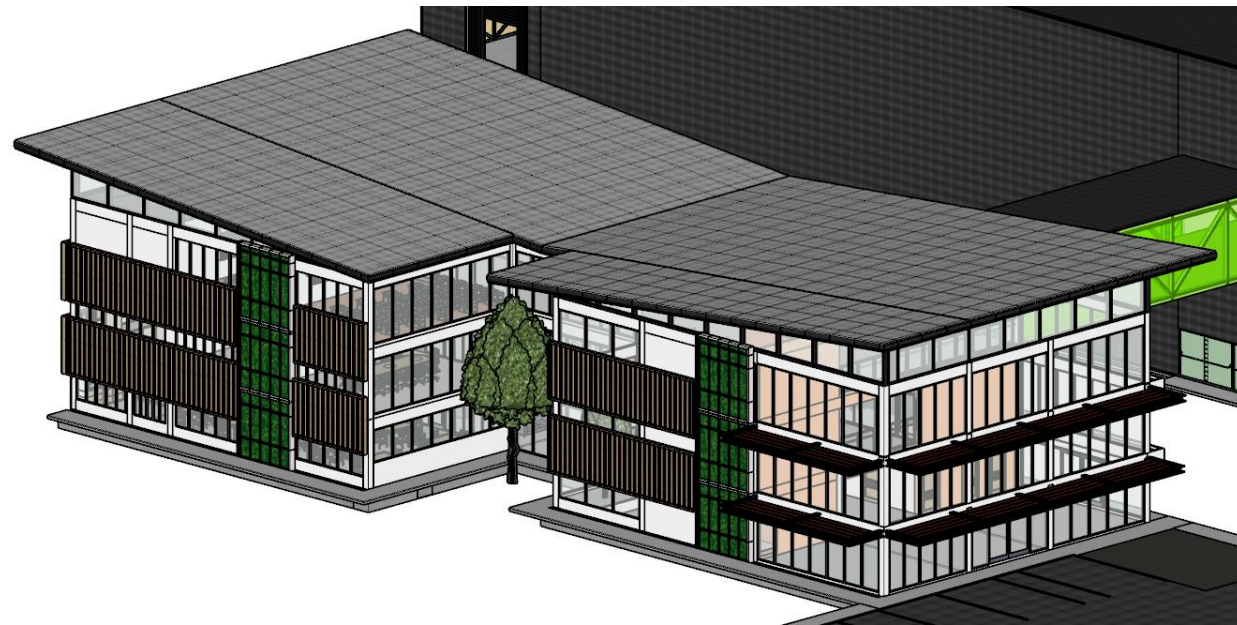
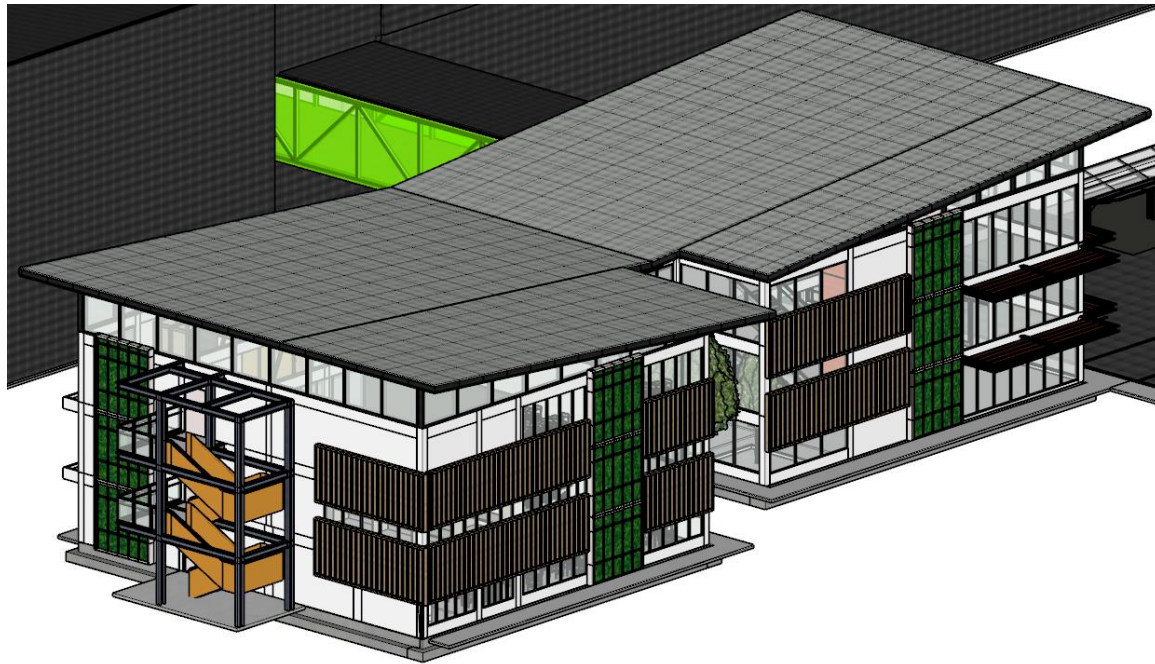


Figura 123. Forma Final.
Fuente: elaboración propia.

El edificio de administración y educación está basado en las estrategias pasivas que se estudiaron en el presente trabajo de investigación, de esta manera, lo que se busca lograr es una eficiencia energética por medio de las nuevas tecnologías junto con la arquitectura bioclimática y sus elementos arquitectónicos, constructivos y pasivos, transformando las condiciones climáticas en condiciones de bienestar termo físico de los usuarios y reduciendo los consumos de energía. Los parasoles y el muro vegetal utilizados en el proyecto se ubican en el sector donde la incidencia del solar es mayor; por lo tanto, la afectación solar será considerablemente menor.

En la cubierta del edificio, como en la planta, se cuenta con paneles solares, para que se le dé el aprovechamiento y generar la producción de energía solar. Se utiliza la vegetación como un productor de confort, debido a que sirve de protección y genera comodidad térmica, además de que brinda características importantes para el proyecto, como un sistema de control acústico y de cualquier olor que se pueda escapar de la planta, de manera tal que, genera un colchón acústico.

La orientación del edificio es uno de los puntos con mayor relevancia, el cual responde en la optimización del recurso solar, por este motivo, las fachadas norte y sur son las que logran minimizar las ganancias solares, adicionalmente, se facilita las estrategias de protección de fachadas anteriormente mencionadas, además de que esta orientación permite la generación de ventilación cruzada que, en los datos brindados con el Instituto Meteorológico Nacional, los vientos predominantes vienen del noreste.

Se implementa un sistema de recolección de aguas pluviales, debido a que puedan llegar a sustituir el uso del agua potable en diferentes tareas o trabajos, como lo pueden ser el riego de áreas verdes, lavado de los camiones y descarga de los servicios sanitarios. Asimismo, no solo se logra reducir la demanda en el agua potable, si no que, a su vez, también se disminuye el volumen de todas aquellas aguas residuales vertidas en el ambiente.

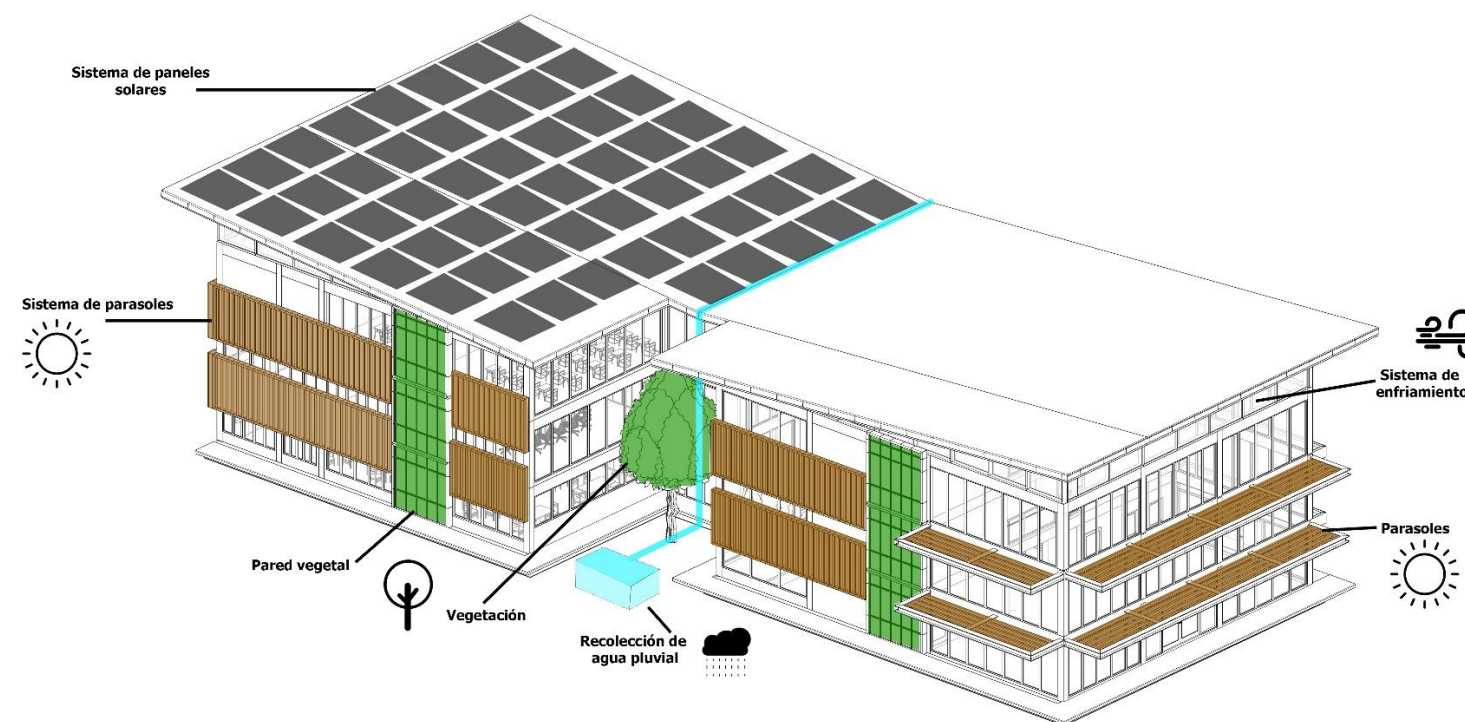


Figura 124. Explicación diagramática. Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO VI

Propuesta



Figura 125. Vistas externas 1. Fuente: elaboración propia.

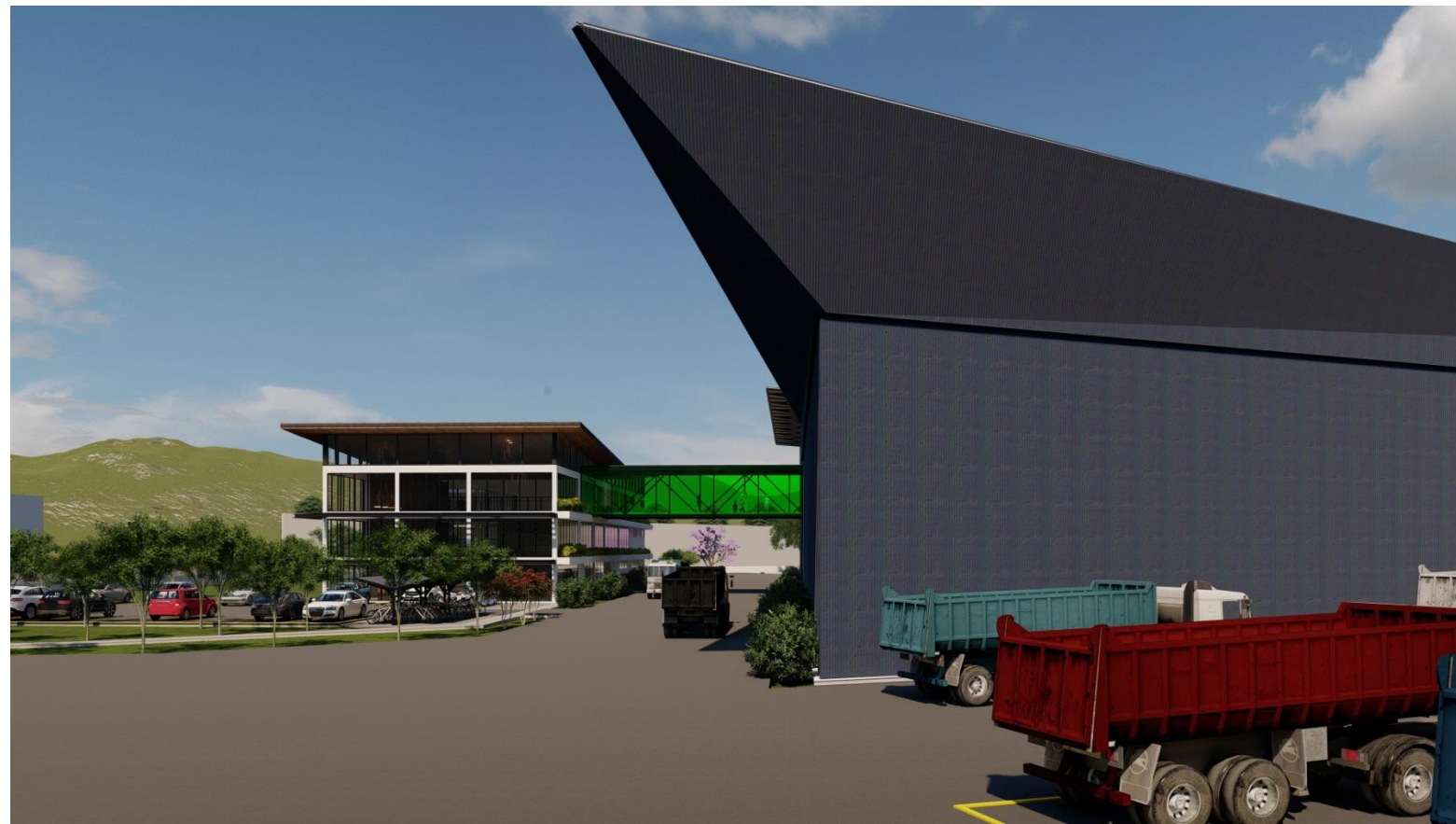


Figura 126. Vistas externas 2. Fuente: elaboración propia.



Figura 127. Vistas externas 3. Fuente: elaboración propia.



Figura 128. Vistas externas 4. Fuente: elaboración propia.

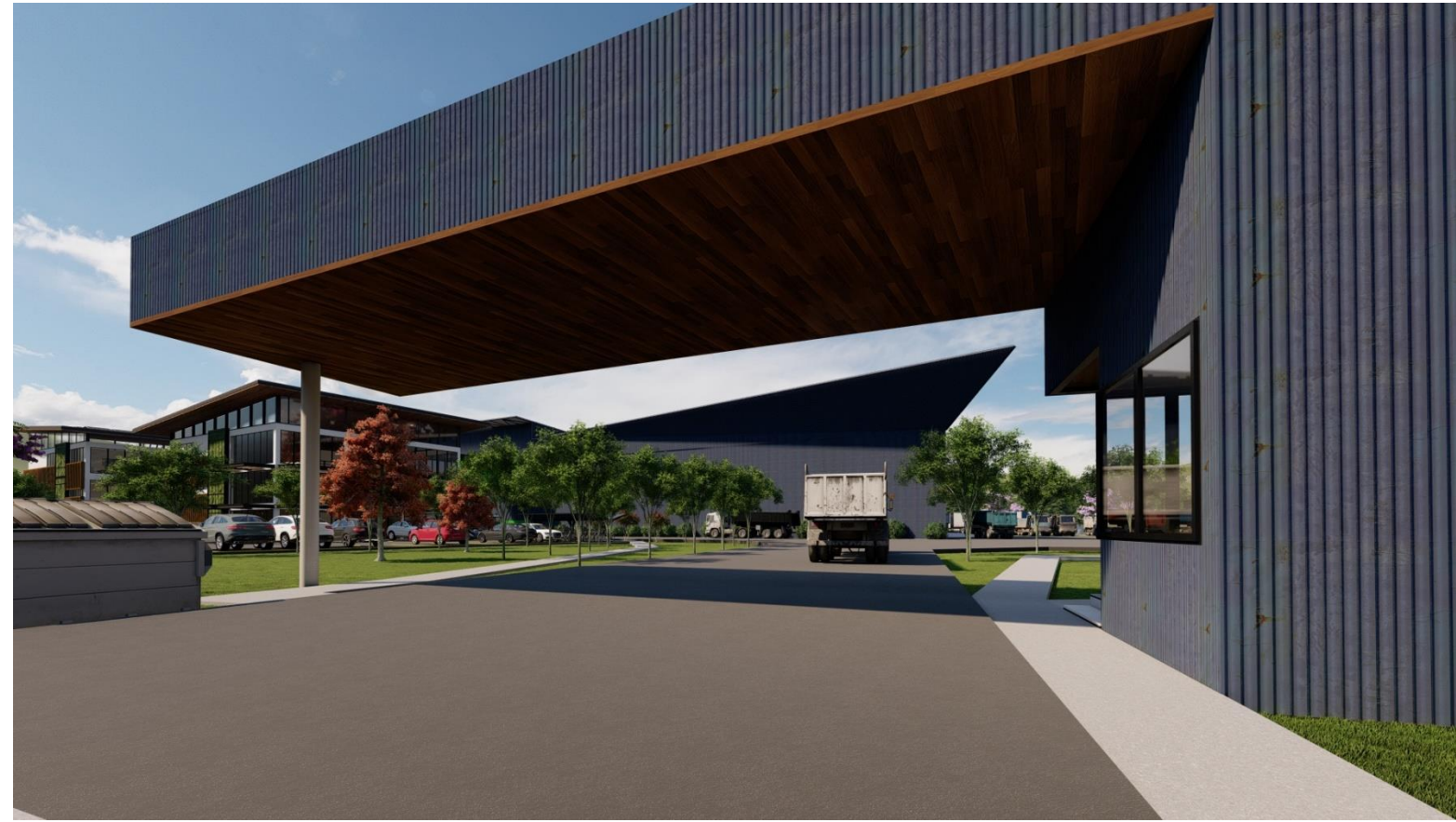


Figura 129. Vistas externas 5. Fuente: elaboración propia.



Figura 130. Vistas internas edificio. Fuente: elaboración propia.



Figura 131. Vistas internas de la planta. Fuente: elaboración propia.

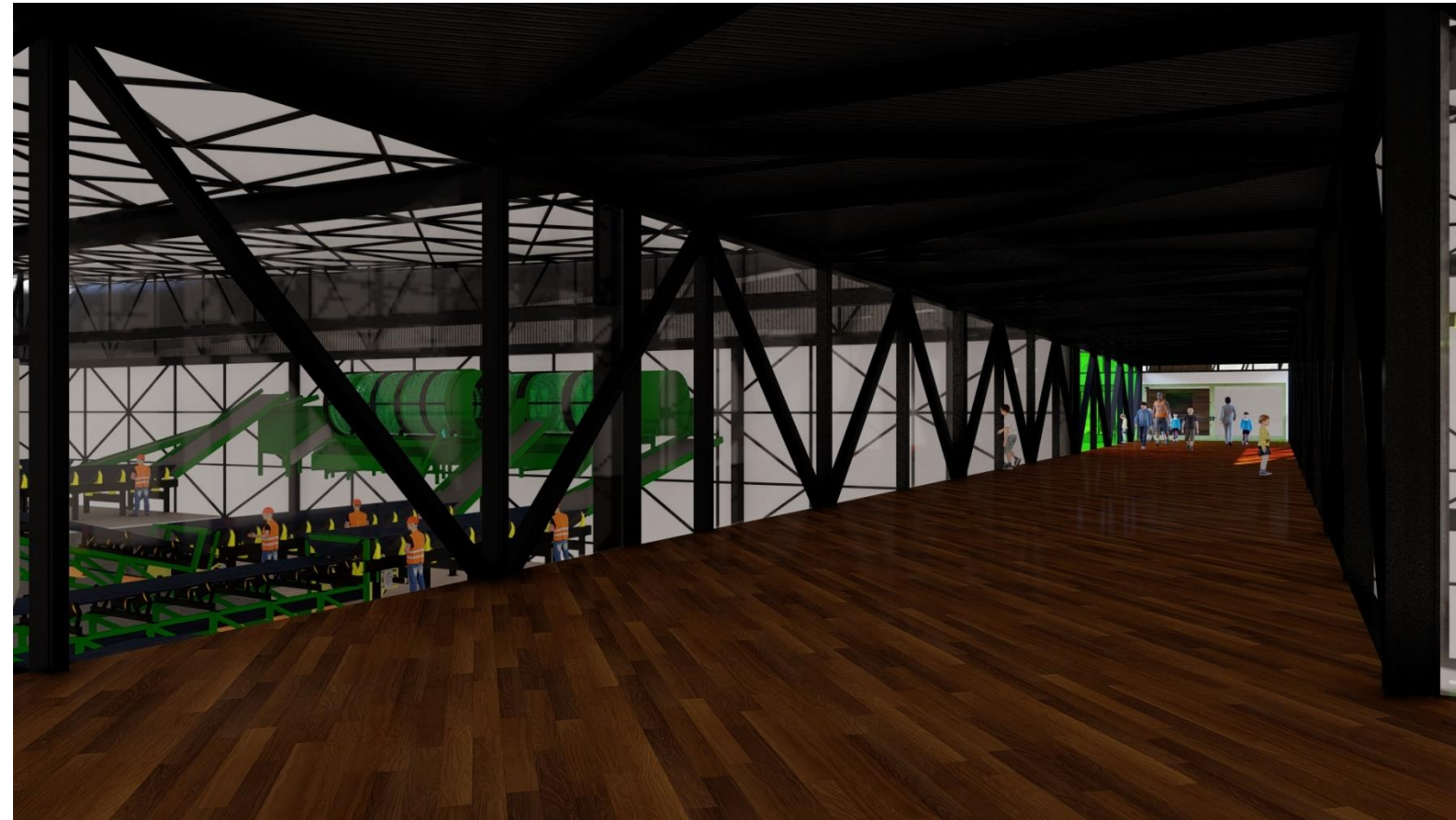
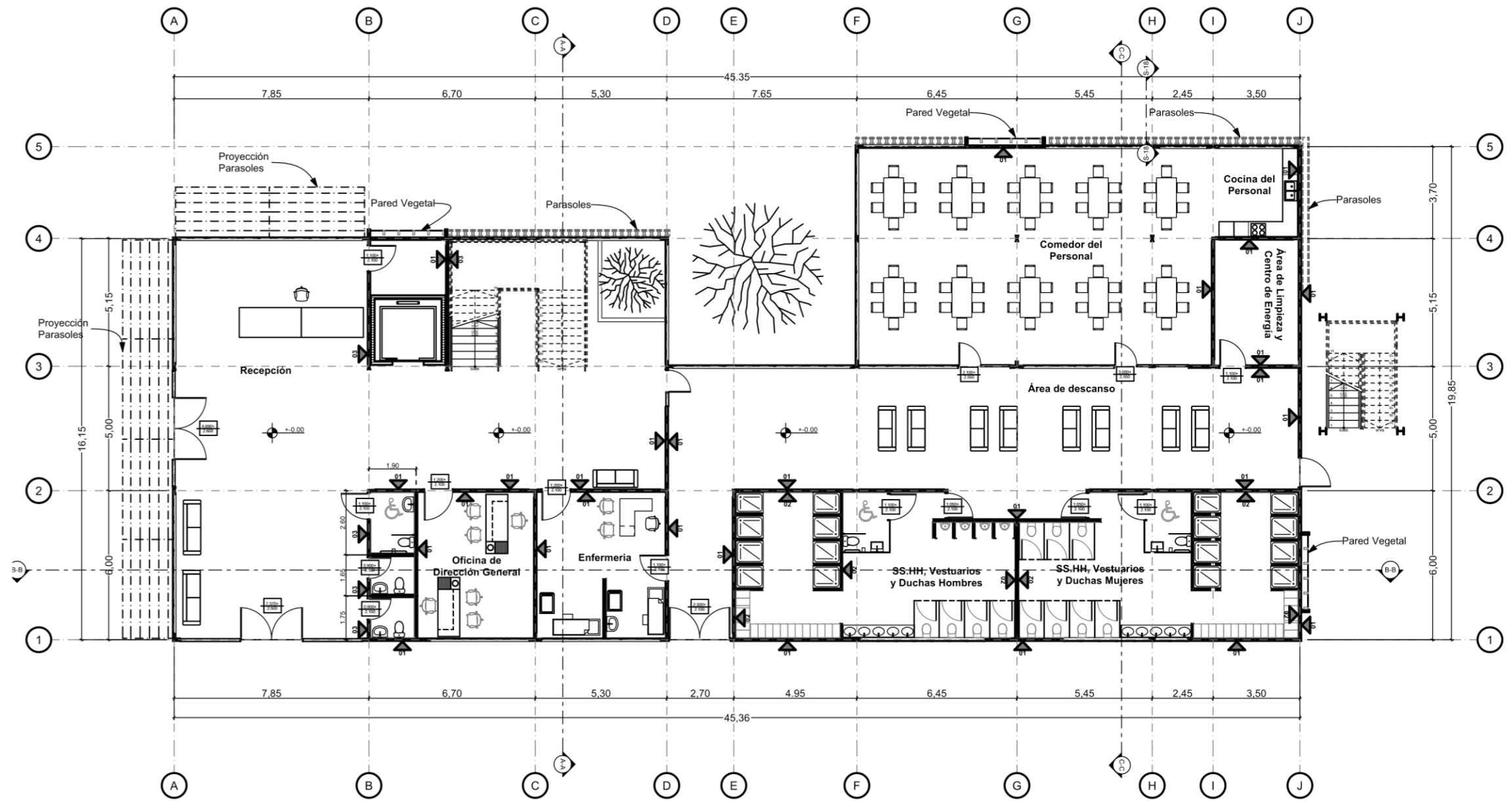


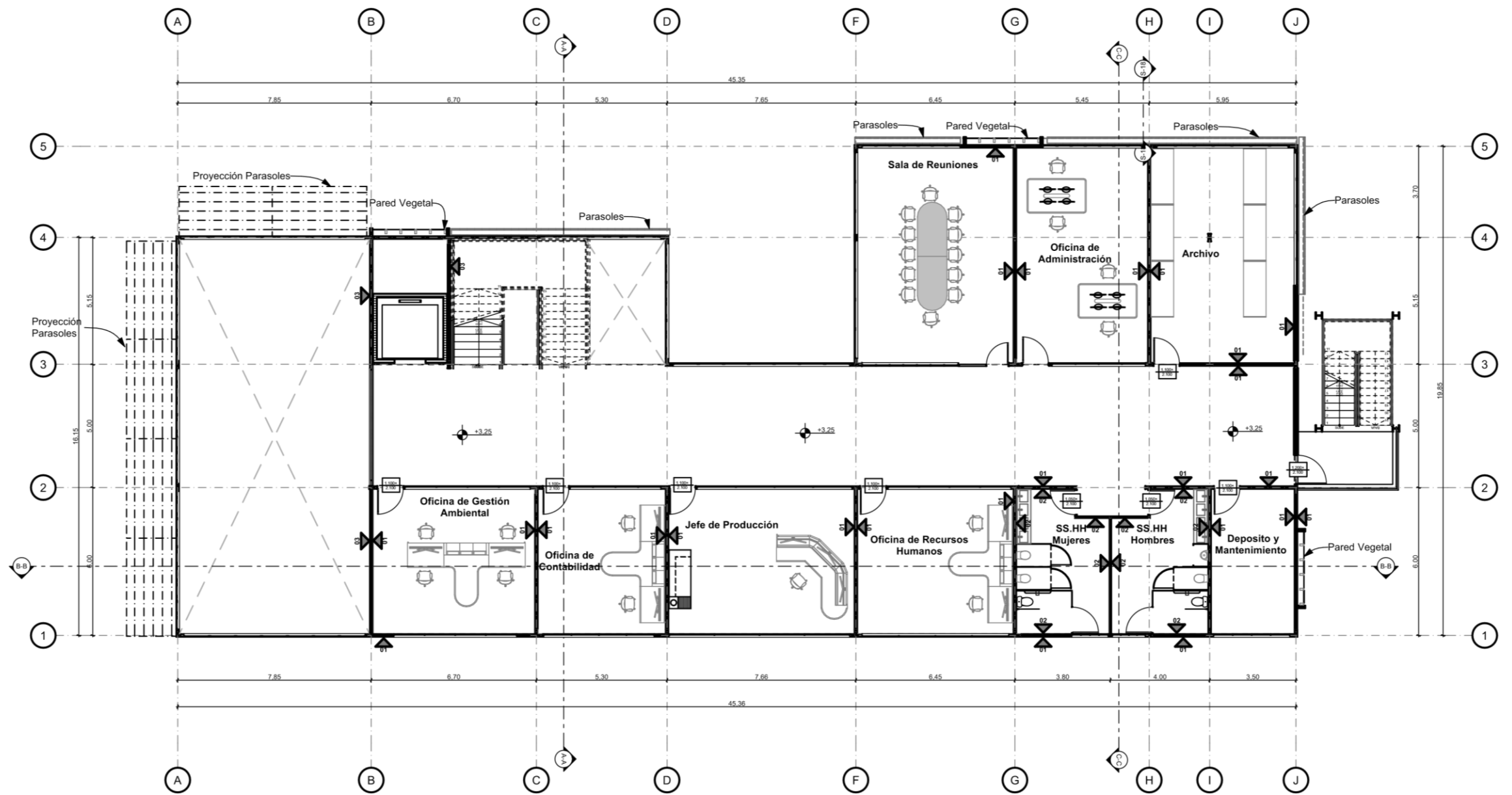
Figura 132. Vistas internas del puente recorrido educativo. Fuente: elaboración propia.



Planta Arquitectónica Primer Nivel

1:200

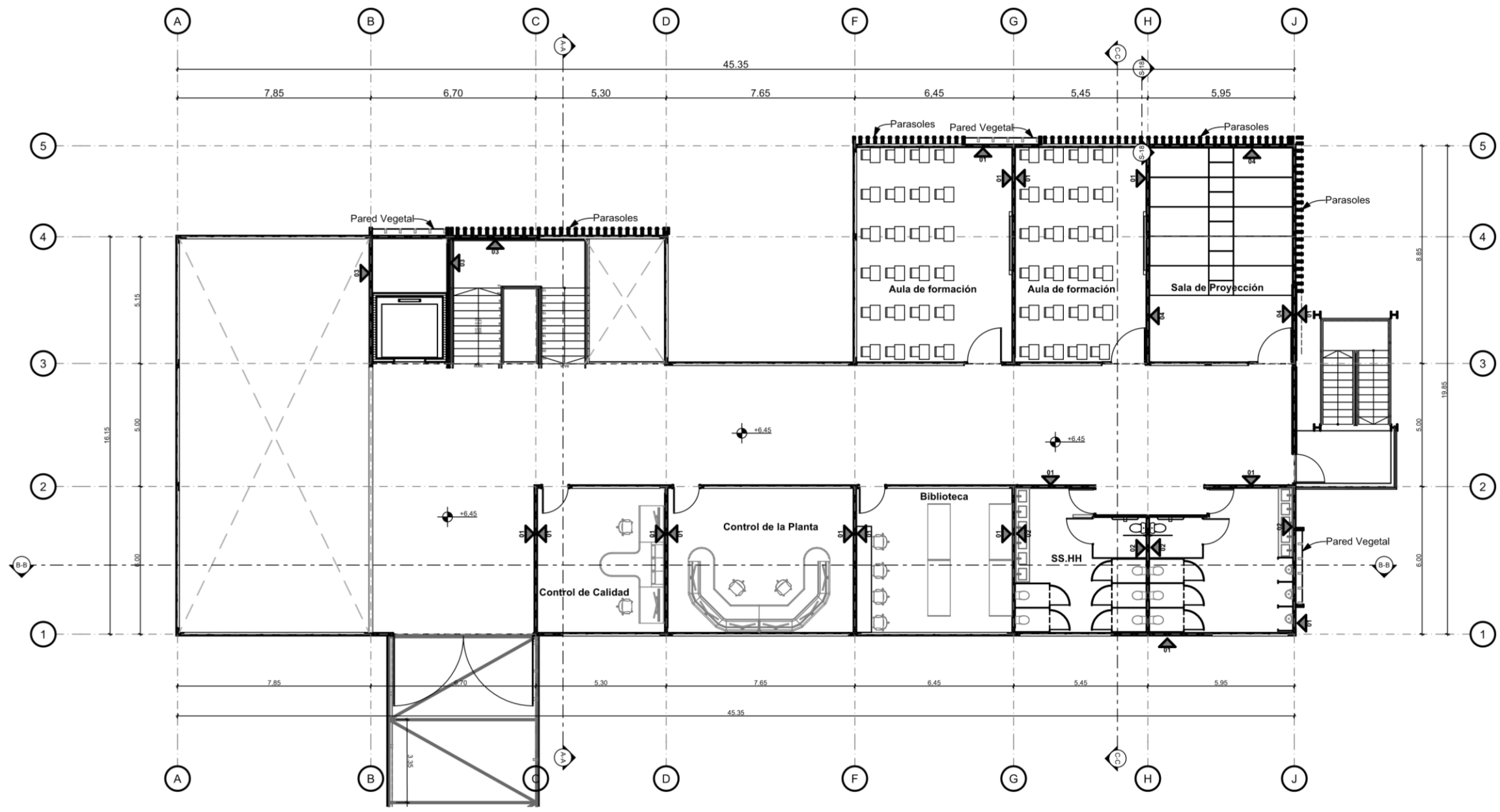
Figura 133.Planta arquitectónica primer nivel. Fuente: elaboración propia.



Planta Arquitectónica Segundo Nivel

1:200

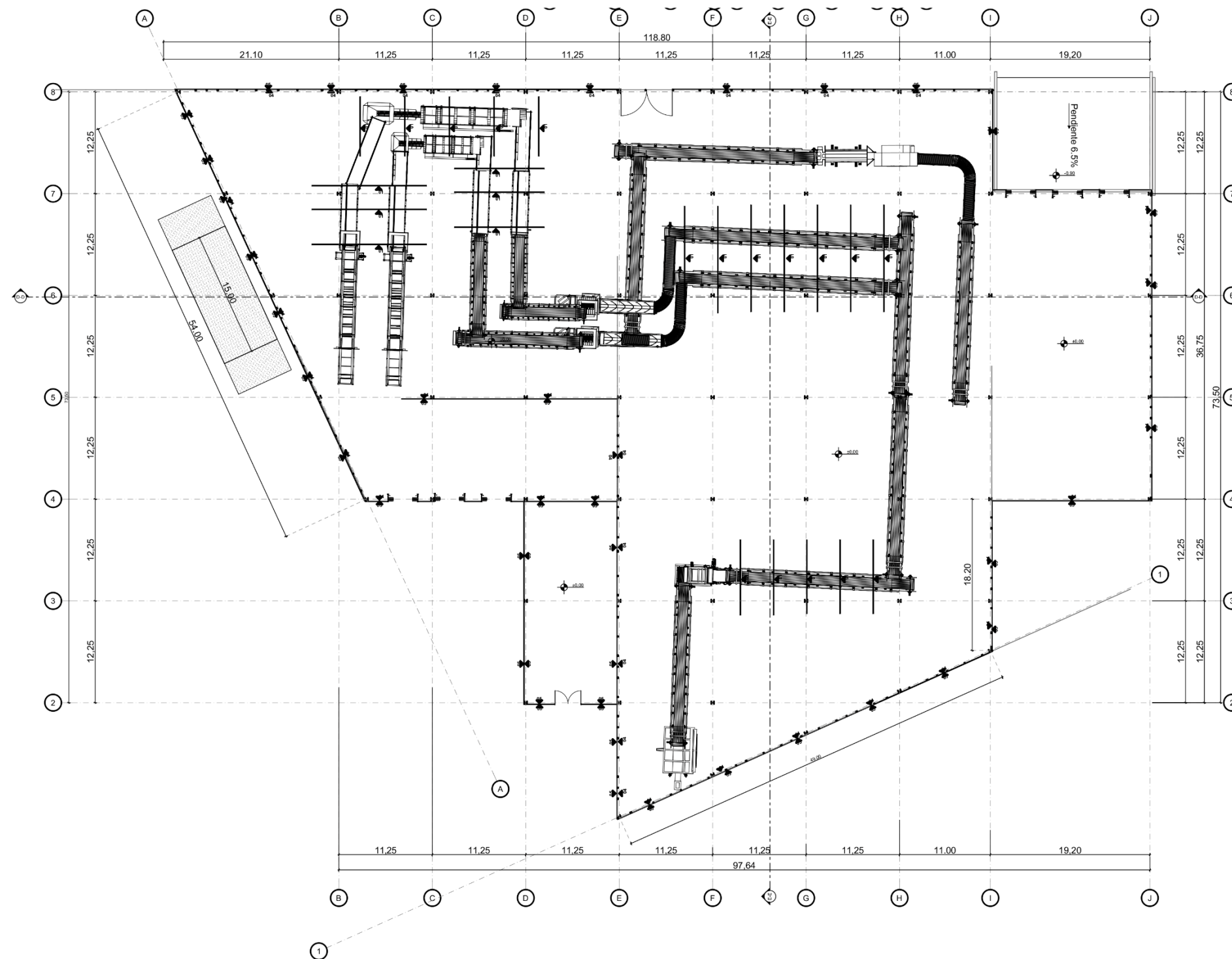
Figura 134. Planta arquitectónica segundo nivel. Fuente: elaboración propia.



Planta Arquitectónica Tercer Nivel

1:200

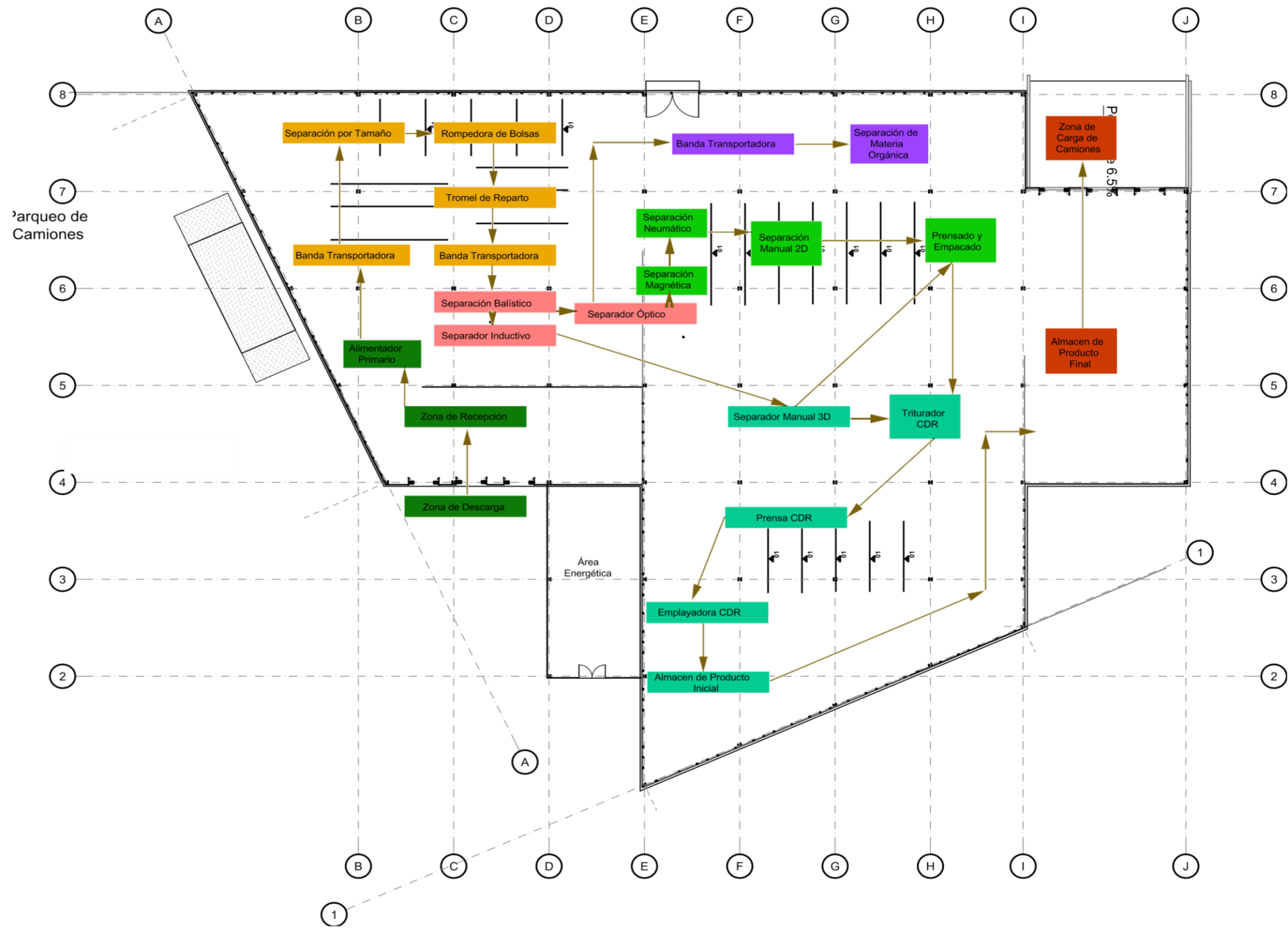
Figura 135. Planta arquitectónica tercer nivel. Fuente: elaboración propia.



Planta Arquitectónica Primer Nivel Planta Reciclaje

1:500

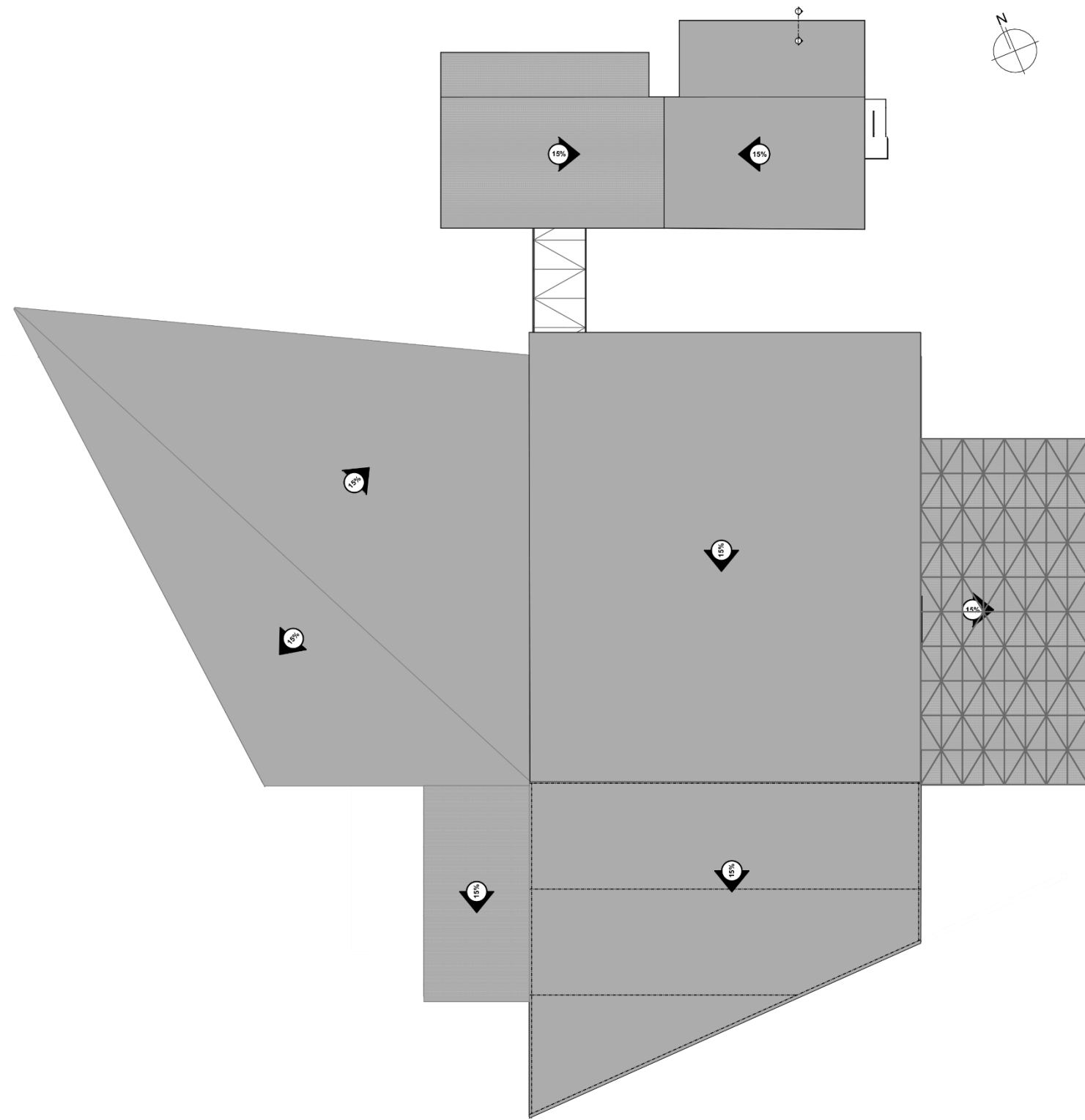
Figura 136. Planta arquitectónica planta reciclaje. Fuente: elaboración propia.



Planta de Flujo Planta Reciclaje

1:500

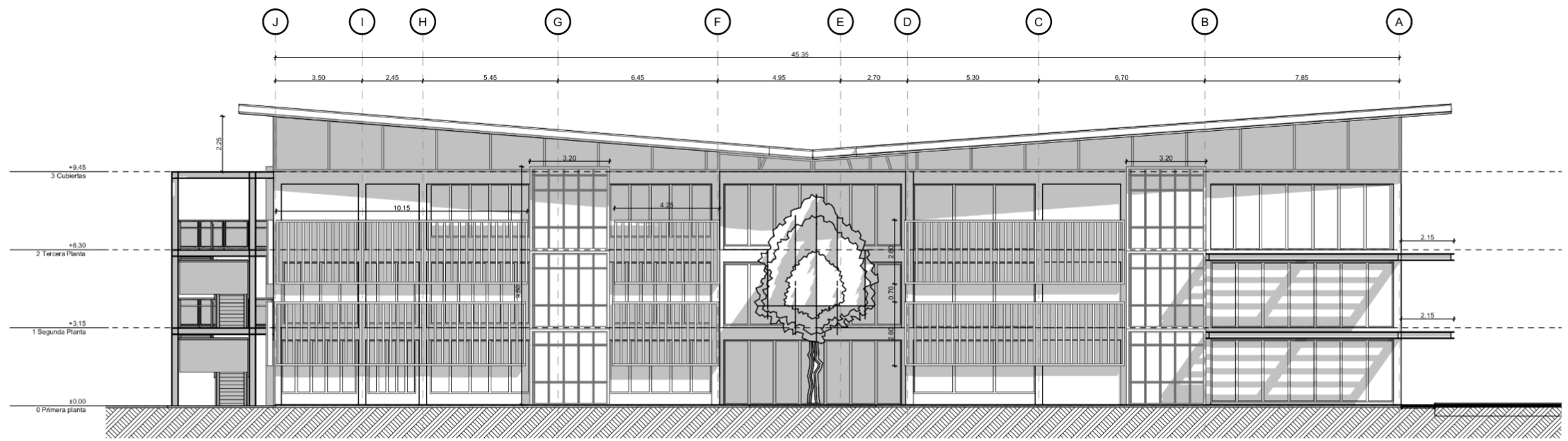
Figura 137. Planta flujo planta reciclaje. Fuente: elaboración propia.



Planta de Cubiertas

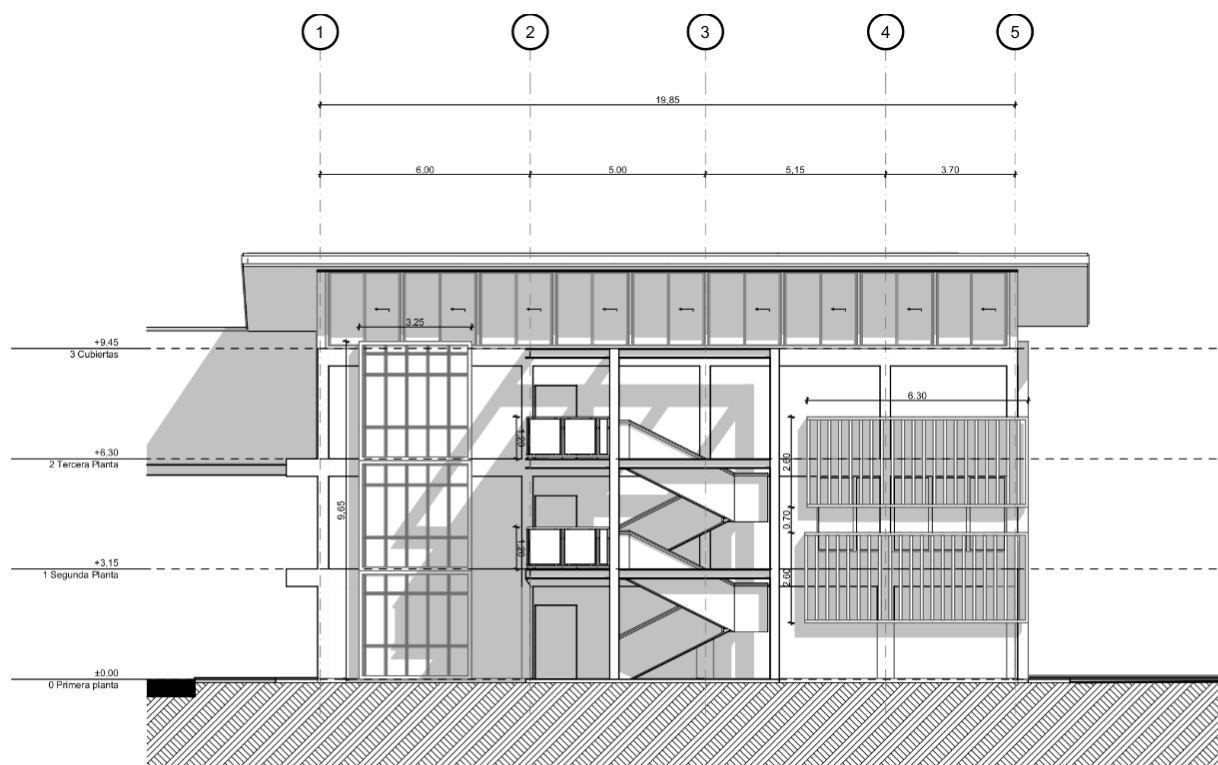
1:500

Figura 138. Planta de cubierta. Fuente: elaboración propia.



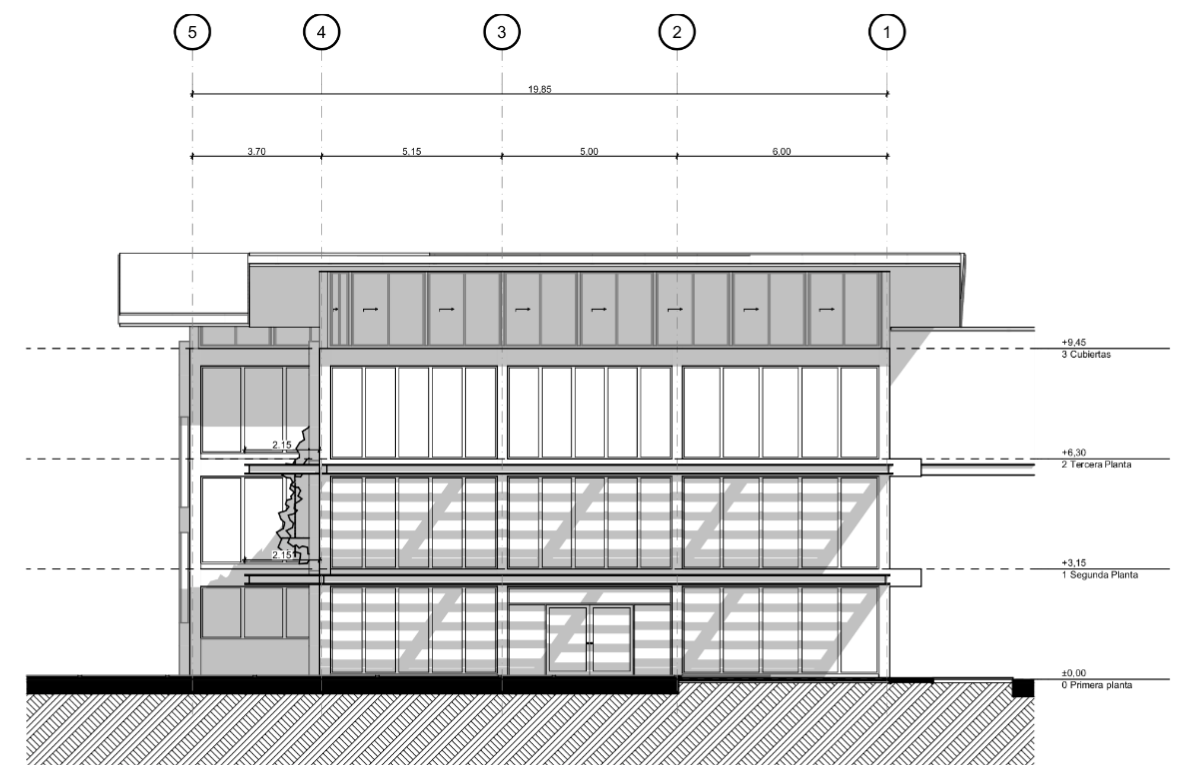
Elevacion Norte Edificio Administrativo

1:200



Elevación Este Edificio Administrativo

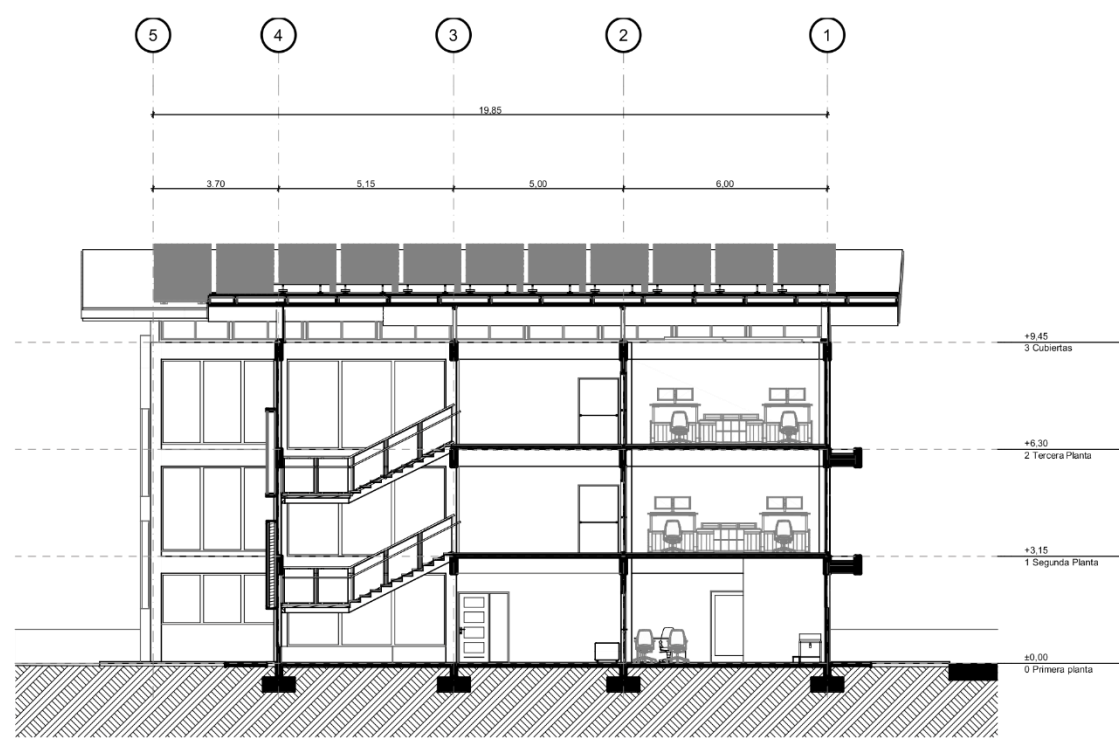
1:200



Elevación Oeste Edificio Administrativo

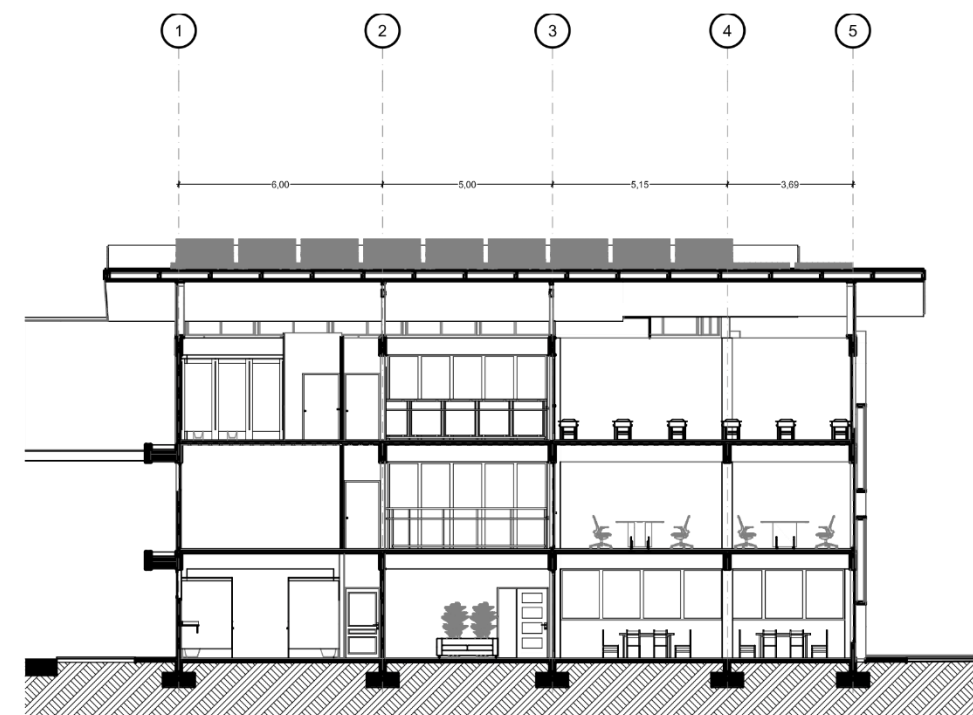
1:200

Figura 139. Elevaciones edificio administrativo. Fuente: elaboración propia.



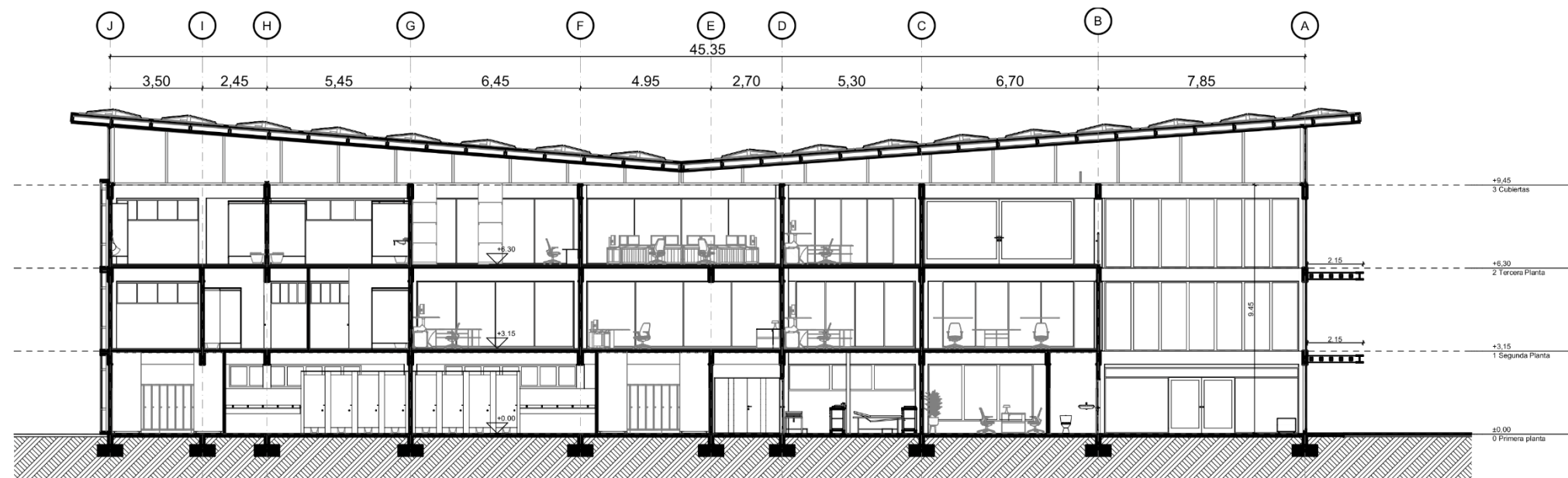
Corte A-A

1:200



Corte C-C

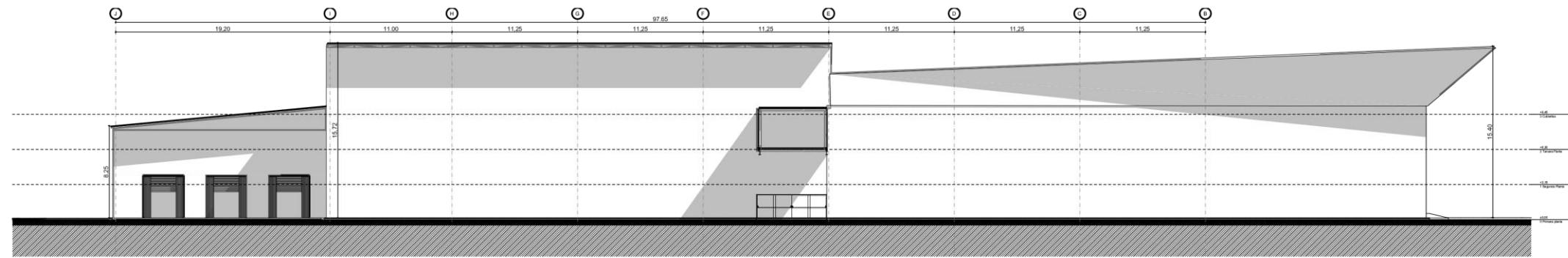
1:200



Corte B-B

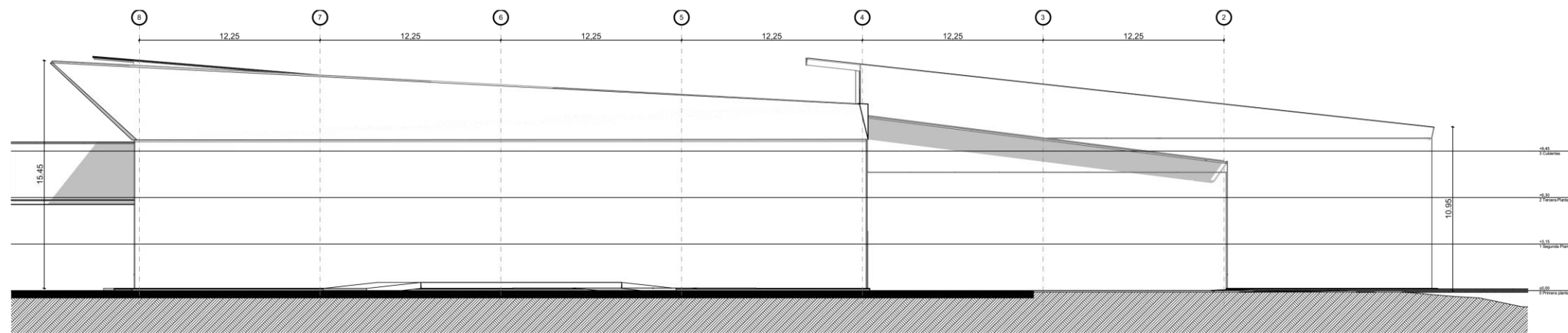
1:200

Figura 140. Cortes edificio administrativo. Fuente: elaboración propia.



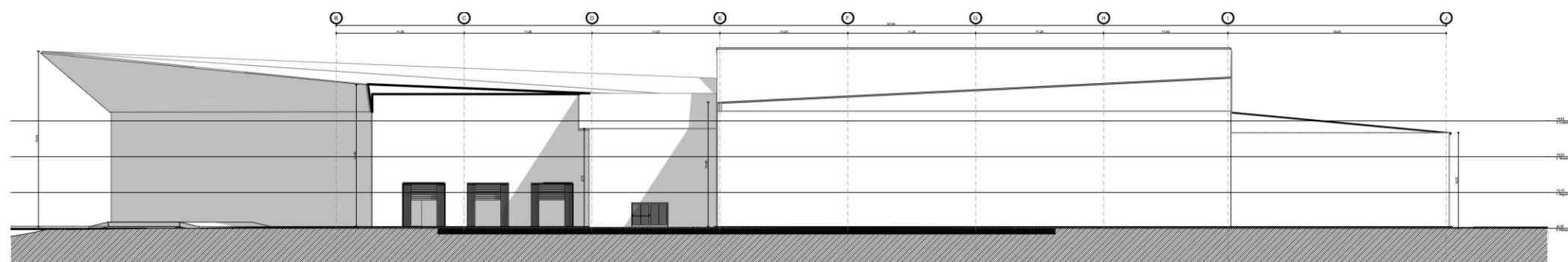
Elevación Norte Planta Reciclaje

1:400



Elevación Oeste Planta Reciclaje

1:300



Elevación Sur Planta Reciclaje

1:400

Figura 141. Elevaciones planta de reciclaje. Fuente: elaboración propia.



Planta Áreas Primer Nivel

1:200

Figura 142. Planta áreas primer nivel. Fuente: elaboración propia.



Planta Arquitectónica Segundo Nivel

1:200

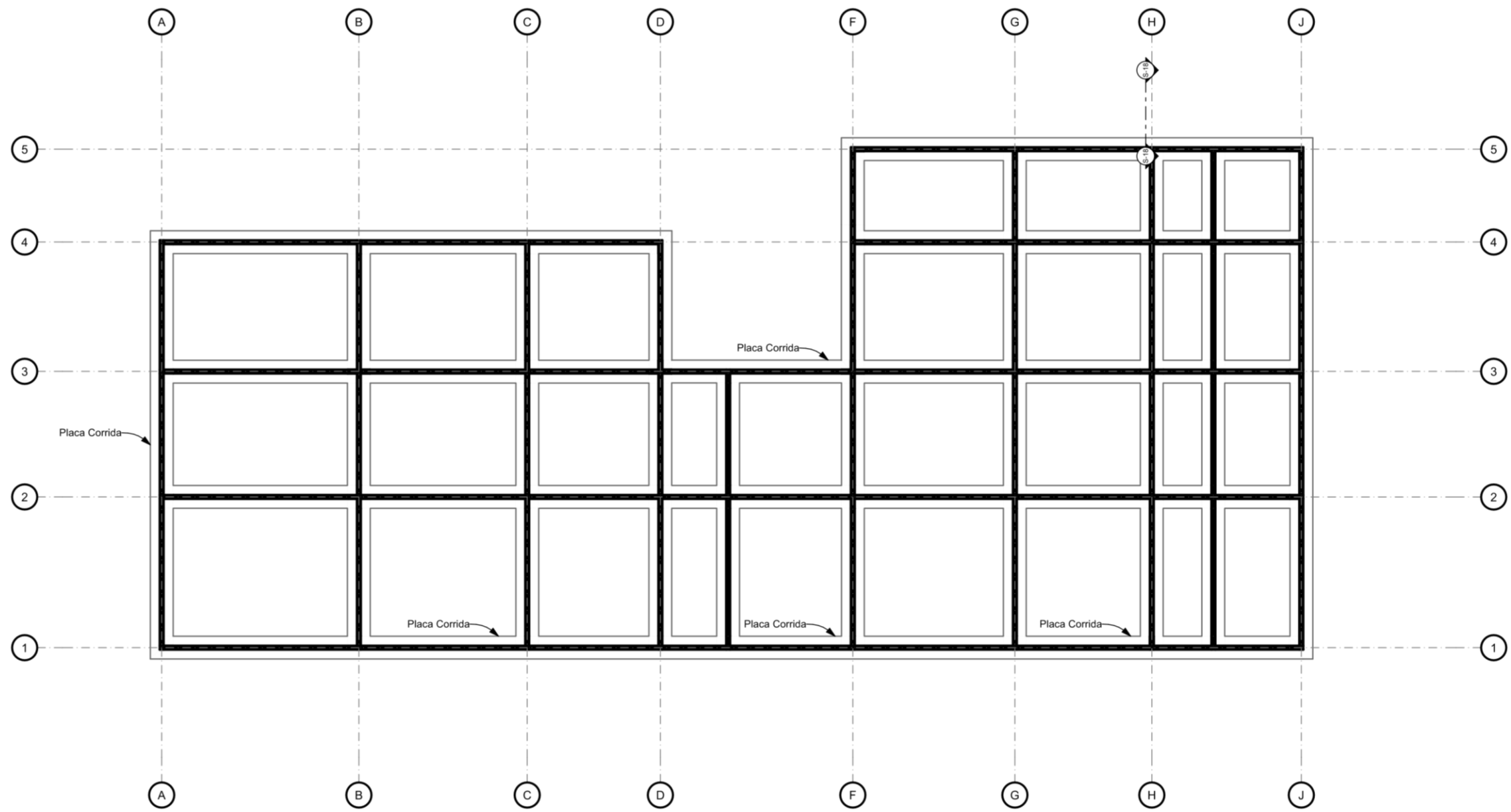
Figura 143. Planta áreas segundo nivel. Fuente: elaboración propia.



Planta Arquitectónica Segundo Nivel

1:200

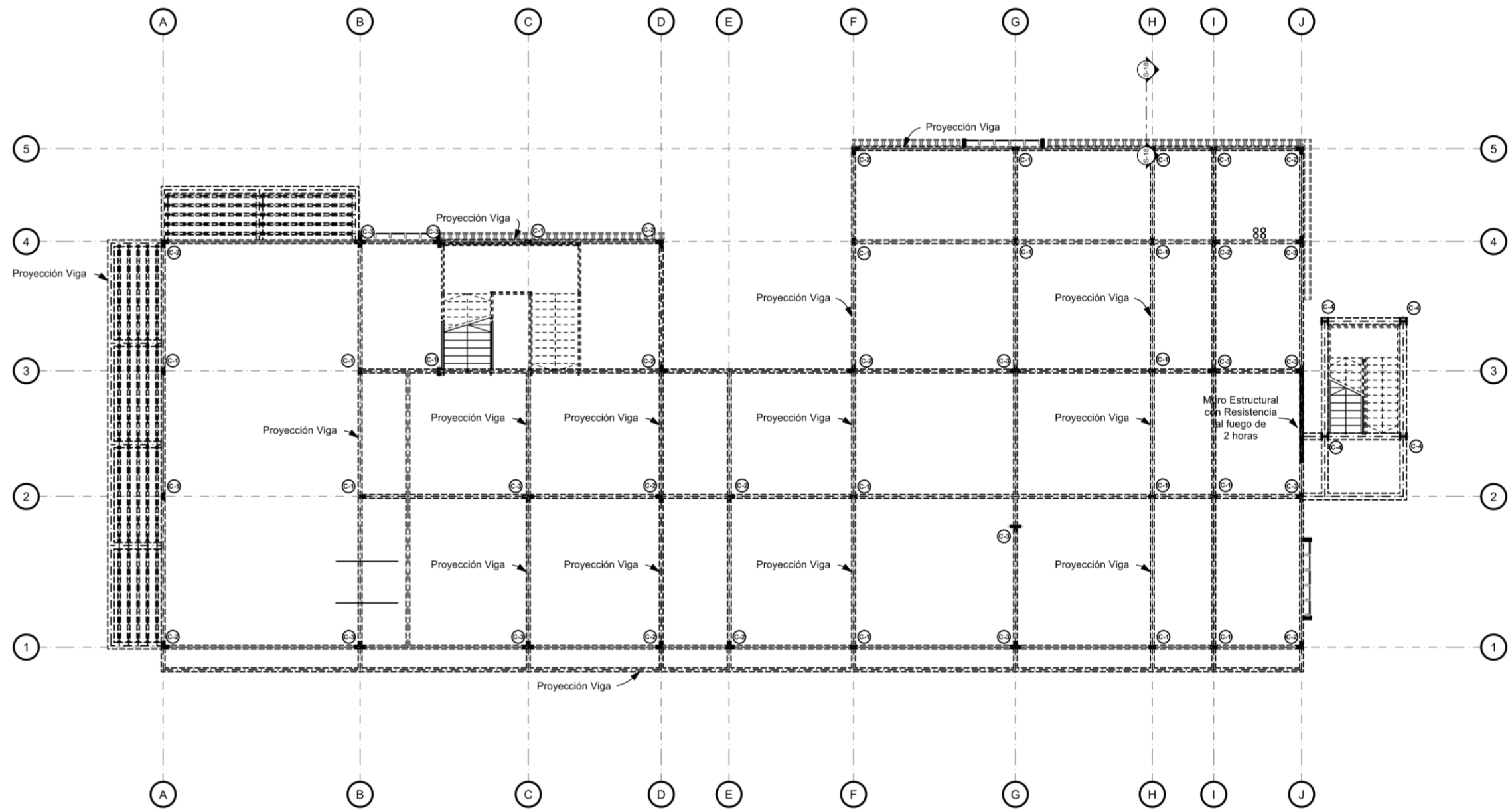
Figura 144. Planta áreas tercer nivel. Fuente: elaboración propia.



Planta Cimientos

1:200

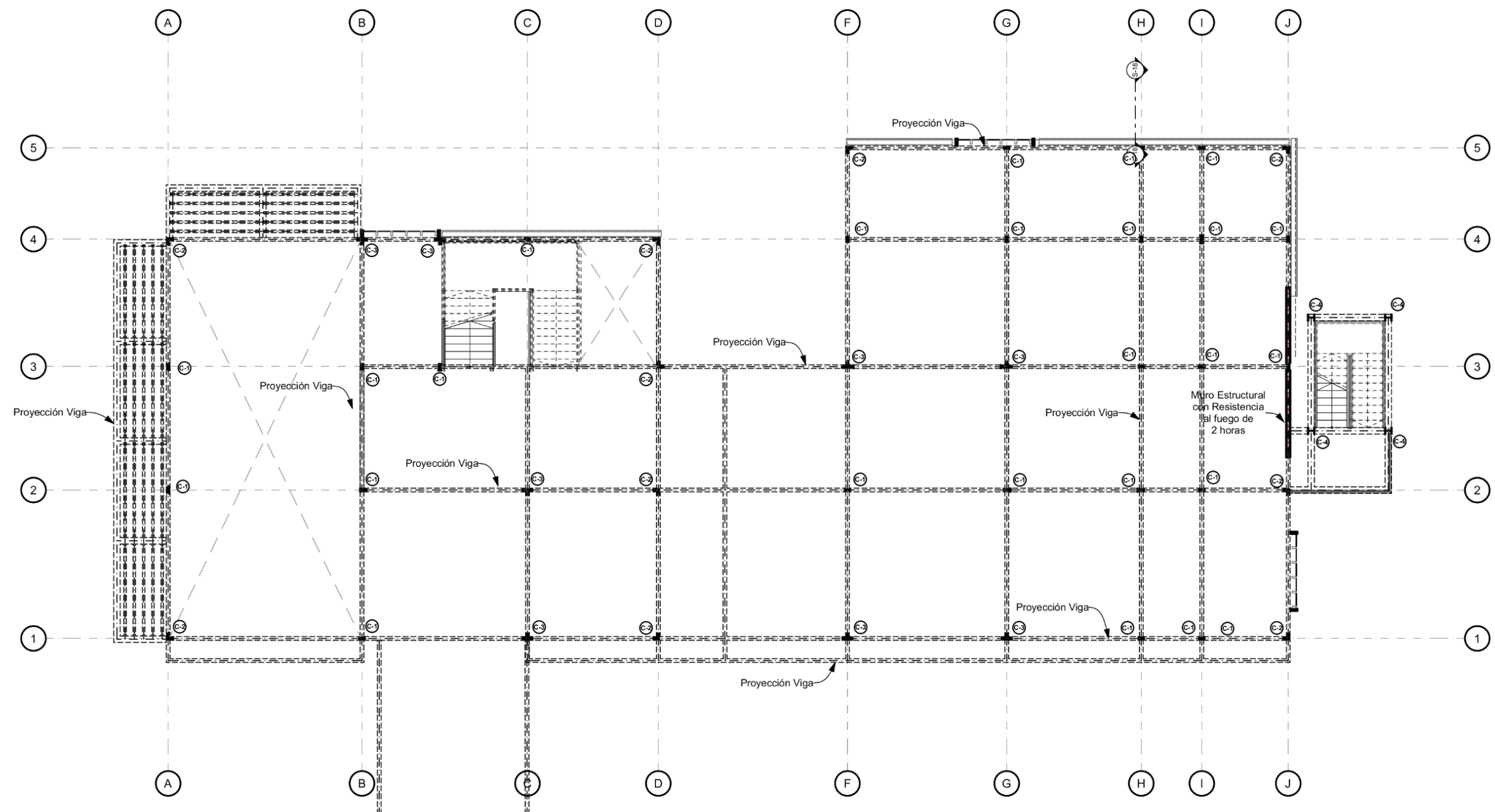
Figura 145. Planta cimientos. Fuente: elaboración propia.



Planta Estructural Primer Nivel

1:200

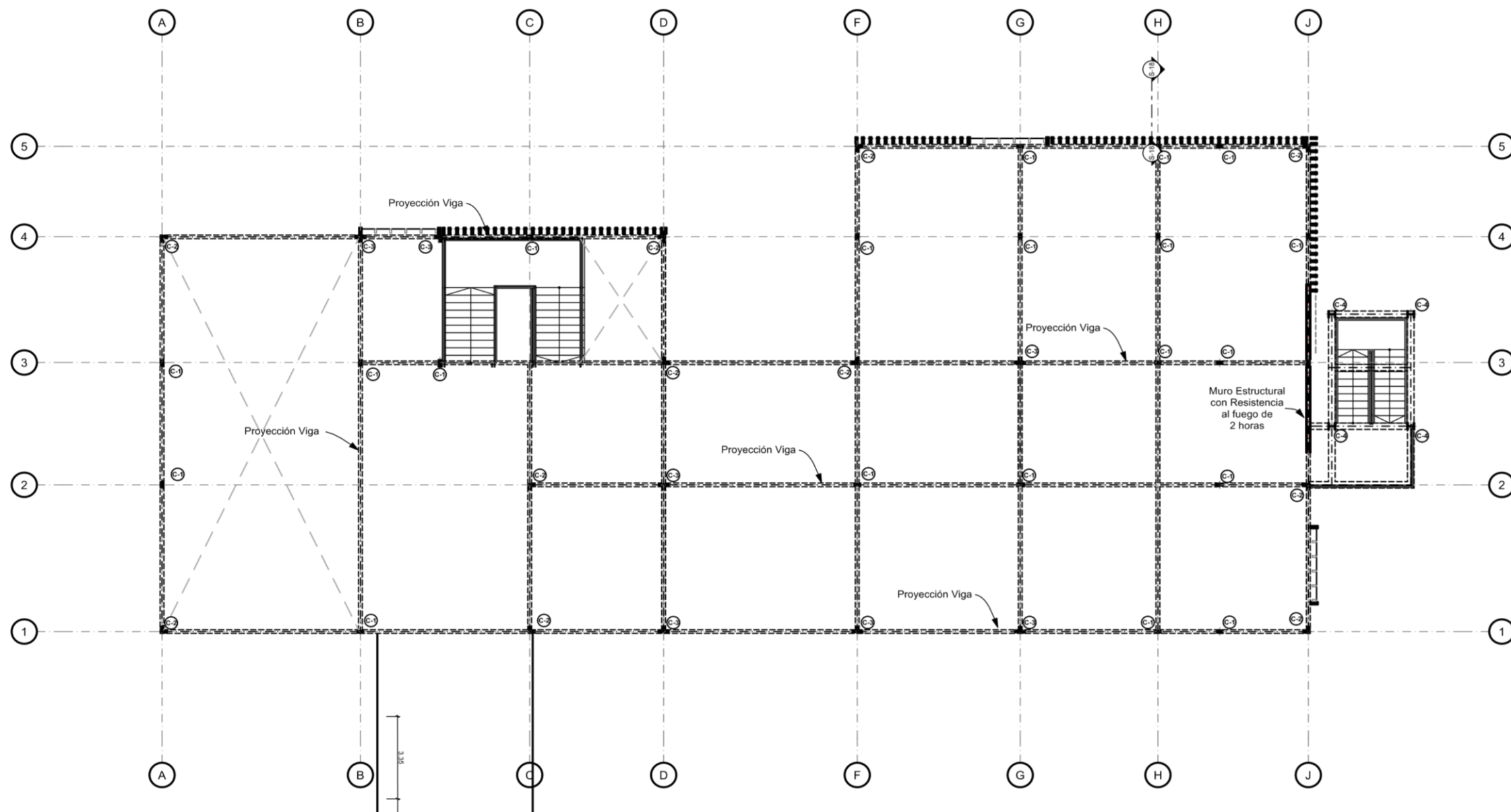
Figura 146. Planta estructural primer nivel. Fuente: elaboración propia.



Planta Estructural Segundo Nivel

1:200

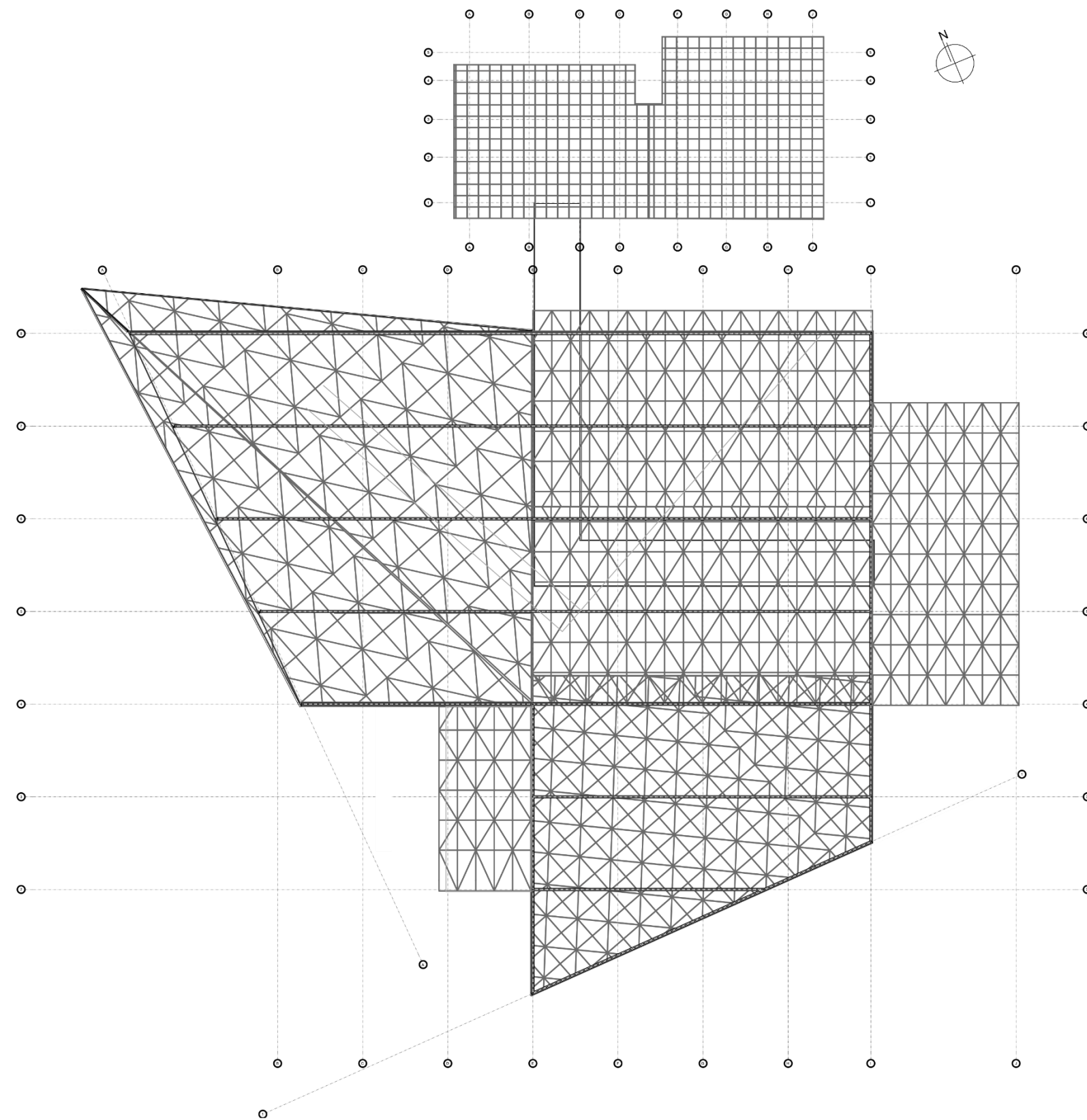
Figura 147. Planta estructural segundo nivel. Fuente: elaboración propia.



Planta Estructural Tercer Nivel

1:200

Figura 148. Planta estructural tercer nivel. Fuente: elaboración propia.



Planta Estructural Cubierta

1:550

Figura 149. Estructural cubiertas. Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO VII

Conclusiones y Recomendaciones

7.1. Conclusiones

Nos podemos dar cuenta de la problemática que se vive actualmente con el tema de los residuos sólidos, de acuerdo con la información recopilada y el estudio que se realizó en el presente trabajo de investigación, no solo por el hecho de que muchos de estos no son tratados adecuadamente por las municipalidades, debido a que no cuentan con un centro apto, sino que existe la problemática en su recolección y la limitada vida útil que poseen los rellenos sanitarios, esto nos hace ver que el reciclaje es solo el principio de una solución para los problemas ambientales y sociales, siendo apenas el inicio para impulsar la economía circular.

Después de analizar la problemática tratada en el trabajo de investigación, se enumeran mis conclusiones al respecto:

- La utilización de los rellenos sanitarios, aun cuando ya cumplieron su vida útil, es una problemática con una afectación ambiental que va a seguir presente a menos que se haga un cambio en el tratamiento de los desechos.
- El diseño de la planta de reciclaje por medio de sus procesos permitirá reducir la cantidad de desechos en un 49.34%, los cuales están destinados a enviarse a los rellenos sanitarios, de esta manera, se logrará reducir la contaminación ambiental.
- Se evidencia por medio de la encuesta realizada que existe una falta de información y educación en la ciudadanía en temas relacionados con el reciclaje, por este motivo, la mayoría de las viviendas no lleva a cabo la práctica del reciclaje ni la separación de los residuos, casi la totalidad de las personas encuestadas piensa que la creación de la planta sería un motivante para empezar a reciclar.
- La construcción de la planta de reciclaje se diseñó con base en los conceptos de sustentabilidad, para que el edificio tenga una eficiencia energética adecuada y con esto evitar un consumo innecesario de los recursos, lo que permite un ahorro energético en el funcionamiento de los procesos, gestión de recursos, educación ambiental y calidad del ambiente para los trabajadores y visitantes que lleguen a la planta.
- Existe una falta de información en general, sobre las empresas relacionadas con el tratamiento de los residuos.
- A nivel nacional se presenta un modelo de economía lineal que consiste en la fabricación de productos en el que se extrae las materias primas, se produce y luego se desecha, sin tener en cuenta la huella ambiental y sus consecuencias, el reciclaje es un impulsor del modelo de economía circular que consiste en producir con el menor impacto medioambiental, así como la reutilización de los productos y su posterior reciclaje.
- Debido a falta de información con la que se cuenta actualmente, el presente trabajo de investigación busca contribuir con un diseño innovador y eficiente, el cual sirva como modelo en términos de diseño y funcionalidad en futuros proyectos de plantas de reciclaje a nivel nacional.

7.2. Recomendaciones

Una vez finalizado el análisis y la propuesta del diseño del presente proyecto se plantea como sugerencias las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda a las municipalidades crear un plan de educación ambiental que cuente con la participación de estudiantes y la ciudadanía para incentivar la formación de un correcto manejo de los residuos y fomentar así la práctica del reciclaje.
- Solicitar al Ministerio de Salud que exija a las municipalidades la aplicación de la Ley N.º 8839 a cabalidad, para que cuenten con una infraestructura que cumpla con todo lo necesario para el acopio, almacenamiento, valoración, tratamiento y disposición final adecuada de los residuos.
- Así mismo, que las municipalidades apliquen dicha Ley para una mejor gestión de los residuos sólidos.
- Realizar el proyecto de acuerdo con los diagramas de funcionamiento de la planta de reciclaje, para que, de esta manera, se tenga una optimización en el tratamiento de los residuos.
- Utilizar baños e inodoros, así como griferías con un consumo eficiente de descarga, para reducir el gasto del agua.
- Llevar a cabo este proyecto o planes de gestión ambiental para lograr reducir la cantidad de desechos que llegaran a los rellenos sanitarios, disminuyendo la contaminación y alargando su vida útil.
- Realizar evaluaciones de manera constante para que el proyecto vaya de acuerdo con la tecnología más actual, forma y función con la que se diseñó.

Referencias

Bibliograficas

Morales, J. F., Castillo Castillo, A., Rosas Vargas, C. y Montero Solís, M. V. (2012, julio 20). *Árboles y arbustos para uso urbano en el Valle Central, Costa Rica* | ISBN 978-9968-927-77-2 - Libro. isbn.cloud. <https://isbn.cloud/9789968927772/arboles-y-arbustos-para-uso-urbano-en-el-valle-central-costa-rica/>

Ormaza Salamea, E. L. (2015, febrero). *Diseño de una planta clasificadora de residuos sólidos urbanos para la empresa pública municipal mancomunada del pueblo Cañari, Biblián, El Tambo y Suscal en el año 2014*. Dspace.Ups. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8979/1/UPS-CT005269.pdf>

Peña, C. (2011, agosto). *Guía técnica y operativa para centros de recuperación de residuos sólidos valorizables*. Binasss.Sa. <https://www.binasss.sa.cr/opac-ms/media/digitales/Gu%C3%ADa%20t%C3%A9cnica%20y%20operativa%20para%20centros%20de%20recuperaci%C3%B3n%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20valorizables.pdf>

Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo. (2022). *Costa Rica*. UNDP. <https://www.undp.org/es/costa-rica>

Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo. (2022, 24 marzo). *Costa Rica recibirá \$10,3 millones para descarbonización, movilidad y negocios de economía circular*. UNDP. <https://www.undp.org/es/costa-rica/press-releases/costa-rica-recibira-103-millones-para-descarbonizacion-movilidad-y-negocios-de-economia-circular#:~:text=Econom%C3%ADa%20circular%2C%20empleo%20para%20mujeres%20y%20reactivaci%C3%B3n.&text=El%20proyecto%20mapear%3%A1%20las%20iniciativas,en%20la%20gesti%C3%B3n%20de%20negocios.>

Puican, A. L. (2018). *Propuesta de una planta de reciclaje de residuos de papel, cartón, vidrio y plástico para la reducción del impacto ambiental de ciudad Eten*. [Tesis

de licenciatura] Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1597/1/TL_PuicanOlivosAna.pdf

R. S. U. Algimia | juanmarcoarquitectos. (s. f). juanmarcoarquitectos. <https://juanmarcoarquitectos.net/portfolio/rsu-algimia/>

Reglamento N.º 37567-S-MINAET-H. Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos. (2 de noviembre de 2012). http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=74462&nValor3=91973&strTipM=TC

Schallenberg Rodríguez, J. C. y Piernavieja Izquierdo, G. (2008, abril 1). Energías renovables y eficiencia energética. *Ciencia Canaria*. <https://www.ciencia.canaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>

Stagno, D. (2020, 21 febrero). *Economía circular, ciudades circulares: una alternativa sostenible para América Latina y el Caribe*. Ciudades Sostenibles. <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/ciudades-circulares-economia-circular-sostenibilidad-urbelac-europa-america-latina-caribe/#:%7E:text=La%20econom%C3%ADa%20circular%20contempla%20el,como%20insumos%20para%20nuevos%20productos.>

Ventilación, S. (2018b, julio 24). *Arquitectura de eficiencia energética y mayor calidad*. El blog de la ventilación inteligente. <https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/arquitectura-eficiencia-energetica/>

**«Contemplando el futuro se
transforma el presente»**

Gaston Berger