

**ESTACIÓN AUTOSOSTENIBLE PARA LA CLASIFICACIÓN Y EL  
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS EN LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO  
(META)**

**LARRY LEONARDO CIPAGAUTA CORTÈS**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
FACULTAD DE ARTES  
PROGRAMA ARQUITECTURA  
VILLAVICENCIO  
2022**

**ESTACIÓN AUTOSOSTENIBLE PARA LA CLASIFICACIÓN Y EL  
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS EN LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO  
(META)**

**LARRY LEONARDO CIPAGAUTA CORTÈS**  
**Tesis para optar por el título de Arquitecto**

**Director**

**ARQ. JUAN MANUEL GONZALEZ TRUJILLO**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO**  
**FACULTAD DE ARTES**  
**PROGRAMA ARQUITECTURA**

**2022**

**Veredicto**

El Jurado abajo firmante, designado para evaluar el Trabajo de Grado titulado “*Estación autosostenible para la clasificación y el aprovechamiento de residuos sólidos en la ciudad de Villavicencio (Meta)*”, presentado por el estudiante; Larry Leonardo Cipagauta Cortès, en el Programa de Arquitectura de la Facultad de Artes Universidad Antonio Nariño – Sede Villavicencio. Hemos decidido que cumple con todos los requisitos exigidos por la Institución, obteniendo una nota final de:

Firma: \_\_\_\_\_

Nombre:

C.C.

Firma: \_\_\_\_\_

Nombre:

C.C.

Firma: \_\_\_\_\_

Nombre:

C.C.

**Villavicencio, noviembre de 2021**

## **DEDICATORIA**

Primero agradezco a la voluntad de Dios y a la Virgen María, por ser el inspirarme y poner en el camino los instrumentos necesarios para mi formación profesional, a pesar de los obstáculos siempre encontré fuerza para continuar en este proceso.

A mi padre, por ser el instrumento de dirección para que tomara este camino. Mi madre que siempre tuvo el apoyo incondicional del inicio al fin sin importar las situaciones en las que se encontraba y estar siempre dispuesta a acompañarme en esas largas y agotadas noches de estudio.

Gracias a la vida y a las personas que confiaron en mis capacidades para llegar a la cima y culminar esta hermosa etapa.



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primeramente a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de esta etapa, a mis padres por apoyarme a lo largo de mi carrera, a mis demás familiares y a cada una de las personas que me brindaron sus consejos, esfuerzo y me proporcionaron las herramientas necesarias para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco a la Arquitecta Celesky Mariel Reyes, quien me dirigió en este proceso, como guía y tutora de la tesis por medio de sus conocimientos, así mismo al apoyo y dedicación de mis demás docentes de la Universidad Antonio Nariño.

## Resumen

El presente trabajo propone el diseño arquitectónico de estación autosostenible para la clasificación y el aprovechamiento de residuos sólidos en la ciudad de Villavicencio (Meta), como determinación en el aporte de proyectos de arquitectura que contribuyan al manejo de los residuos sólidos urbanos con potencial de ser reincorporados en el ciclo de vida útil. Uno de los más grandes retos en las ciudades alrededor del mundo y particularmente en América Latina es el manejo adecuado de los materiales una vez cumplen su vida útil. En la mira de los compromisos adquiridos por la agenda 2021 y a los objetivos de desarrollo sostenible. Esto a pesar de que la arquitectura avanza a un ritmo un poco más lento con respecto a los acontecimientos que afectan a la sociedad, sin embargo, es viable establecer la incorporación de materias primas y prácticas de ahorro de recursos y energía dentro del entorno construido. Socialmente es posible que la arquitectura sea un elemento catalizador de los diferentes actores en torno al reciclaje y un espacio para la educación y aculturamiento en buenas prácticas medioambientales Enel entorno urbano.

Palabras clave: Estación de clasificación y aprovechamiento, Aprovechamiento de residuos sólidos, arquitectura reciclaje, residuos sólidos, Sustentabilidad, residuos sólidos urbanos, economía circular.

## Abstract

This work proposes the architectural design of a self-sustainable station for the classification and use of solid waste in the city of Villavicencio (Meta), as a determination in the contribution of architecture projects that contribute to the management of urban solid waste with the potential to be reincorporated in the useful life cycle. One of the greatest challenges in cities around the world and particularly in Latin America is the proper handling of materials once they have reached their useful life. In view of the commitments made by the 2021 agenda and the sustainable development goals. This despite the fact that architecture advances at a slightly slower pace with respect to the events that affect society, nevertheless, it is feasible to establish the incorporation of raw materials and practices of saving resources and energy within the built environment. Socially, it is possible that architecture is a catalyst for the different actors around recycling and a space for education and acculturation in good environmental practices in the urban environment.

**Keywords:** classification and use station, Use of solid waste, recycling architecture, solid waste, Sustainability, urban solid waste, circular economy

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÒN.....	16
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VII</b>
1. PRELIMINARES.....	17
1.1. Planteamiento del problema.....	17
1.1.1. Descripción del problema.....	17
1.1.2. Formulación del problema.....	24
1.1.3. Hipótesis.....	25
1.2. Justificación.....	25
1.3. Objetivos.....	27
1.3.1. Objetivo General.....	27
1.3.2. Objetivos Específicos.....	27
1.4. METODOLOGÍA.....	28
1.4.1. tipo de iNVESTIGACIÒN.....	28
1.4.2 Linea de investigaciòn.....	30
2. Marco teórico.....	31
2.1. la situaciòn de residuos sòlidos en colombia.....	33
2.1.1. Altos costos de técnicas diferentes a rellenos sanitarios.....	33
2.1.2. Disponibilidad de suelos para efectuar la disposición final.....	34
2.1.3. Emisión de GEI.....	35
2.1.4. Política de disposición final.....	36
2.1.5. Separación insuficiente en la fuente.....	36
2.1.6. Baja coordinación institucional.....	37
2.1.7. Instrumentos de gestión territorial con baja implementación.....	38
2.1.8. Insuficiente información sectorial para la política de gestión integral de residuos sólidos	39
2.2. caracterizaciòn de los residuos sòlidos en villavicencio.....	40
2.2.1. Disponibilidad de suelos para efectuar la disposición final.....	40
2.2.2. Caracterización de los residuos sólidos en la ciudad de Villavicencio.....	42
2.2.3. Aprovechamiento de GEI en Villavicencio.....	46
2.2.4. Problemáticas en la recolección de residuos solidos.....	48
2.2.5. Falta de cultura respecto a la separación en la fuente.....	49
2.2.6. Modelo actual de Reciclaje.....	51

2.2.7.	Falta de coordinación institucional.....	52
2.2.8.	Insuficiente información sectorial deficiente .....	53
2.3.	economía circular .....	54
2.4.	El reciclaje .....	59
2.5.	Arquitectura sostenible .....	62
2.5.1.	cargas y capas.....	64
2.5.2.	Principios.....	65
2.5.3.	Objetivos, estrategias acciones de sustentabilidad .....	66
2.6.	MARCO LEGAL .....	68
2.7.	Estado del arte .....	73
3.	Marco de referencia.....	78
3.1.	Referentes proyectuales.....	78
3.1.1.	Planta de tratamiento de residuos / Battleroig .....	78
3.1.2.	Planta de gestión de residuos del mercado central de abastos de Barcelona.....	84
3.1.1.1.	Análisis estructural.....	85
3.1.1.2.	Análisis funcional.....	87
3.2.	CRITERIOS DE DISEÑO DERIVADOS DEL ANÁLISIS .....	91
3.3.	¿Qué es una ECA? Estación de Clasificación y Aprovechamiento de residuos sólidos.....	92
3.3.1.	Requisitos mínimos para las estaciones de clasificación y aprovechamiento .....	93
3.3.2.	Áreas mínimas para las estaciones de clasificación y aprovechamiento.....	94
3.3.3.	Ciclo de aprovechamiento de materiales en una ECA.....	96
3.3.3.1.	Ciclo de clasificación de Plásticos .....	97
3.3.3.2.	Ciclo de Clasificación del Vidrio.....	97
3.3.3.3.	Ciclo de Clasificación del Papel .....	98
3.3.4.	Maquinaria para el funcionamiento de una ECA .....	98
4.	Marco de conceptual .....	104
4.1.	ESTRUCTURALISMO EN LA ARQUITECTURA.....	107
4.2.	ESTRUCTURAS RETICULADAS.....	108
5.	Marco de contextual .....	109
5.1.	ASPECTOS GENERALES DE VILLAVICENCIO .....	109
5.2.	ASPECTO CLIMATICO DE VILLAVICENCIO .....	110
5.2.1.	Temperatura .....	111
5.2.2.	Nubes.....	112
5.2.3.	Precipitación .....	113

5.3.	anàlisis de lote.....	114
5.3.1.	Áreas de actividad.....	118
5.3.2.	Categorías de actividad.....	119
5.3.3.	Tratamientos urbanísticos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.3.4.	Plan Vial.....	120
5.3.5.	Articulación con espacio Público y Equipamientos.....	121
5.3.6.	Áreas homogéneas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.3.7.	Modelo de Ocupación.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.3.8.	Evaluación.....	122
5.4.	análisis URBANO LOCAL alternativa escogida lote 03 Sector industrial y criterios dediseño 124	
5.4.1.	Usos.....	124
5.4.2.	Llenos y vacíos.....	124
5.4.3.	Equipamientos y espacio Publico.....	125
5.4.4.	Localización.....	125
5.5.	Programa arquitectónico.....	130
5.6.	DETERMINANTES CLIMA.....	131
5.7.	PROPUESTAS DE IMPLANTACIÓN.....	132
5.7.1.	Alternativa 1.....	132
5.7.2.	Alternativa 2.....	132
5.7.3.	Alternativa 3.....	133
6.	MARCO PROYECTUAL.....	134
6.1.	PROPUESTA URBANA.....	134
6.1.1.	Implantación Urbana.....	137
6.1.2.	Espacio Público.....	142
6.2.	DESARROLLO ARQUITECTÓNICO.....	145
6.2.1.	Plantas.....	145
6.2.2.	Forma.....	148
6.2.3.	Tipología.....	148
6.2.4.	función.....	149
6.2.5.	Espacio interior.....	150
6.3.	ASPECTO TECNOLÓGICO.....	151
6.3.1.	Estructura.....	151
6.3.2.	Materiales.....	152

6.3.3.	Cerramientos .....	152
6.3.4.	Instalaciones técnicas.....	152
6.3.5.	Detalles constructivos .....	152
6.4.	ASPECTO ambiental .....	153
6.4.1.	Relación estructura ecológica principal .....	153
6.4.2.	Fitotectura.....	153
6.4.2.1.	Acacia roja .....	153
6.4.2.2.	Almendro.....	153
6.4.2.3.	Cámbulo .....	154
6.4.2.4.	Chirlobirlo .....	155
6.4.2.5.	Ocobo.....	155
6.4.3.	Bioclimática.....	156
6.4.4.	Energías renovables y tecnologías limpias .....	156
7.	Conclusiones .....	157
8.	recomendaciones.....	157
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	.....	<b>158</b>

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Costo neto por tonelada de diferentes técnicas.....	34
Ilustración 2 Caracterización de los residuos sólidos en Algunas ciudades de Colombia .....	35
Ilustración 3. Caracterización residuos sólidos en Villavicencio.....	42
Ilustración 4. Caracterización residuos sólidos no aprovechables en Villavicencio .....	44
Ilustración 5 Caracterización residuos sólidos aprovechables en Villavicencio .....	45
Ilustración 6 Caracterización residuos sólidos que llegan al relleno Sanitario Parque ecológico reciclante.....	46
Ilustración 7. Infraestructura de tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos en el país ...	47
Ilustración 8. Encuesta separación en la Fuente .....	49
Ilustración 9. Concentración de personas que realizan separación en la fuente.....	50
Ilustración 10. Causas por las que no se hace separación en la fuente .....	51
Ilustración 11. Ubicación Centros de acopio de residuos sólidos aprovechables.....	52
Ilustración 12 Principios de la Economía Circular.....	56
Ilustración 13. Jerarquía de los residuos.....	57
Ilustración 14. Marco Analítico de los dos triángulos.....	58
Ilustración 15. Implantación planta de residuos Battleroig.....	78
Ilustración 16. Análisis estructural planta de residuos Battleroig.....	79
Ilustración 17. Estructura planta de residuos Battleroig.....	79
Ilustración 18. Zonificación planta de residuos Battleroig.....	80
Ilustración 19. Análisis funcional planta de residuos Battleroig.....	80
Ilustración 20. Iluminación planta de residuos Battleroig .....	81
Ilustración 21. Composición planta de residuos Battleroig.....	82
Ilustración 22. manejo formal planta de residuos Battleroig .....	82
Ilustración 23. Análisis Morfológico planta de residuos Battleroig .....	83
Ilustración 24. Manejo topográfico planta de residuos Battleroig.....	84
Ilustración 25. Central de Abastos de Barcelona .....	84
Ilustración 26. Zonificación Central de Abastos de Barcelona.....	85
Ilustración 27. Análisis estructural Central de Abastos de Barcelona .....	86
Ilustración 28. Estructura Central de Abastos de Barcelona.....	86
Ilustración 29. Análisis funcional Central de Abastos de Barcelona.....	87
Ilustración 30. Análisis funcional corte alzado Central de Abastos de Barcelona .....	88
Ilustración 31. Morfología Central de Abastos de Barcelona .....	89
Ilustración 32. Composición Central de Abastos de Barcelona .....	89
Ilustración 33. análisis formal Central de Abastos de Barcelona.....	90
Ilustración 34. Relación con espacio publico.....	91
Ilustración 35. Diagrama de Flujo de una ECA .....	96
Ilustración 36. Flujograma de Plásticos.....	97
Ilustración 37. Flujograma de Vidrio.....	97
Ilustración 38. Flujograma de Papel/Cartón.....	98
Ilustración 39. Prensa vertical .....	99



Ilustración 40. Montacargas .....	101
Ilustración 41. Trituradora de vidrio .....	101
Ilustración 42. Trituradora Plástico PET .....	103
Ilustración 43. Peletizadora .....	103
Ilustración 44. Metamorfosis de la Mariposa .....	104
Ilustración 45. Plegaduras a partir de la mariposa .....	106
Ilustración 46. Resumen Clima Villavicencio.....	111
Ilustración 47. temperatura promedio Villavicencio .....	112
Ilustración 48. Nubosidad Villavicencio .....	113
Ilustración 49. Precipitación Villavicencio .....	114
Ilustración 50 Criterios para la implementación del prototipo de la ECA .....	115
Ilustración 51 Localización posibles lotes en la ciudad de Villavicencio .....	117
Ilustración 52 Áreas de actividad.....	118
Ilustración 53. Categorías de actividad del suelo Urbano.....	119
Ilustración 54. Tratamientos Urbanísticos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Ilustración 55. Plan Vial.....	120
Ilustración 56 Espacio Público y Equipamientos.....	121
Ilustración 57 Áreas Morfológicamente homogéneas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Ilustración 58 Modelo de ocupación.....	122
Ilustración 59. Análisis de Usos .....	124
Ilustración 60. Análisis de llenos y vacíos.....	124
Ilustración 61. Análisis de equipamientos y espacio publico.....	125
Ilustración 62. Jerarquía de vías .....	125
Ilustración 63. Propuesta Alternativa 1 .....	132
Ilustración 64. Propuesta Alternativa 2.....	132
Ilustración 65. Propuesta Alternativa 3.....	133
Ilustración 66. Propuesta Urbana .....	134
Ilustración 67. Implantación Estación de Clasificación y aprovechamiento .....	142
Ilustración 68. Propuesta de Espacio publico.....	144
Ilustración 69. Planta general .....	144
Ilustración 70. Planta primer piso .....	145
Ilustración 71. Planta Segundo Piso.....	145
Ilustración 72. Corte transversal 01.....	146
Ilustración 73. Corte transversal 02.....	146
Ilustración 74. Corte longitudinal .....	147
Ilustración 75. Propuesta formal.....	148
Ilustración 76. Propuesta tipológica.....	148
Ilustración 77. Planta funcional .....	149
Ilustración 78. Planta funcional área de clasificación .....	149
Ilustración 79. Ilustración 78. Perspectiva área de clasificación.....	150
Ilustración 80. Corte interior 01.....	150
Ilustración 81. Corte Interior 02 .....	151

Ilustración 82. Propuesta Estructural .....	151
Ilustración 83. Acacia Roja .....	153
Ilustración 84. Almendro.....	154
Ilustración 85. Cámbulo.....	154
Ilustración 86. Chirlobirlo.....	155
Ilustración 87. Ocobo.....	155

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1 Cargas.....	64
Tabla 2. Objetivos Estrategias y acciones de sustentabilidad.....	66
Tabla 3. Marco Legal .....	69
Tabla 4. Usos según Áreas de actividad en la ciudad de Villavicencio .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 5. Actividades especiales en la ciudad de Villavicencio.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 6. Evaluación Lotes .....	123
Tabla 7. Programa arquitectónico .....	130
Tabla 8. Evaluación Propuestas de implantación.....	133

## INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de los residuos sólidos ha sido uno de los principales retos a los que se enfrenta a diario la sociedad. Las actividades económicas han variado a lo largo del tiempo y así mismo los residuos generados por dichas actividades han tenido transformaciones en el tipo de residuos generados. A nivel global a principios de los años 80 en las ciudades estos residuos eran vertidos en donde eran quemados sin ningún miramiento, tal como venía haciéndose durante siglos.

En Colombia hay un bajo porcentaje de técnicas que apliquen el aprovechamiento de residuos sólidos hay pocas infraestructuras de estaciones de clasificación, dado que solo 68 municipios del país disponen sus residuos en este tipo de edificaciones (Sturzenegger & Terraza, 2010).

Actualmente estas problemáticas ambientales y sociales identificadas en la caracterización de los residuos sólidos se presentan en la ciudad de Villavicencio (Polanco & García, 2019); la ciudad no cuenta con una infraestructura para la clasificación de los residuos sólidos. La práctica no adecuada de selección y recolección de residuos reutilizables o de manera informal, es llevada a cabo por personas de bajos recursos para generarse ingresos. La recolección de residuos con potencial reutilización son comercializados en centros de acopio que los clasifican y los revenden a empresas procesadoras.

Teniendo en cuenta que en la ciudad de Villavicencio se necesita implementar dentro del contexto urbano una edificación que al mismo tiempo permita mitigar el impacto ambiental y organizar a los actores que hacen parte de la recolección. Se decide diseñar arquitectónica y urbanísticamente la nueva Estación Autosostenible para la clasificación y el aprovechamiento de residuos sólidos en la ciudad de Villavicencio.

## **1. PRELIMINARES**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los residuos sólidos Urbanos (RSU) constituyen un problema común a toda colectividad urbana y presentan características bastante constantes (Bettinni, 1998) de esta manera, las actividades económicas han variado a lo largo del tiempo y así mismo los residuos generados por dichas actividades han tenido transformaciones en el tipo de residuos generados. A nivel global, hasta principios de los años ochenta, en las ciudades estos residuos eran vertidos en donde se podía o quemados sin ningún miramiento, tal como venía haciéndose durante siglos. No obstante, su composición ha variado en las últimas décadas pasando desde un predominio de la materia orgánica a una mezcolanza de papel, vidrio, plástico etc. A una mezcla que la naturaleza no reconoce ya como un elemento a degradar y a reinsertar dentro de sus ciclos (Bettinni, 1998) puesto que, ya que se han modificado las prácticas y los hábitos de consumo, así mismo han ocasionado que la generación y control de los residuos sólidos vaya en aumento.

#### **1.1.1. Descripción del problema**

Villavicencio, al año de 2017, cuenta con una superficie de 1.328 Km<sup>2</sup>, dividida en suelo urbano, suburbano y rural; a la vez el área urbana se divide en 8 comunas y más de 230 barrios, los cuales deben tener cobertura del servicio público de aseo caracterizado por la recolección urbana, así como de zonas veredales. Para garantizar este servicio de recolección, la administración

municipal ha avalado la operación de una empresa privada con la capacidad técnica y operativa suficiente para el desarrollo de las actividades pertinentes. (Polanco & García, 2019)

En promedio en la ciudad se recogen al día 400 TON de residuos entre residuos ordinarios, como los generados por el barrido de calles, poda y mantenimiento de su vegetación. El servicio público de aseo es prestado por una empresa particular llamada Bioagrícola del Llano, la cual se encarga de disponer estos residuos en un relleno Sanitario. La disposición final en el relleno utiliza celdas a donde se deposita todo este material.

Para dar cobertura del servicio a toda la ciudad, Bioagrícola del Llano, cuenta con 4 macrorrutas y estas a su vez se dividen a su vez en catorce macrorrutas. En promedio cada micro ruta recolecta alrededor de 16 TON e residuos en temporada normal, mientras que, en temporadas de mayor estadía de turistas en la ciudad, el volumen de desechos se aumenta considerablemente, lo cual implica un mayor esfuerzo de recolección por parte del personal. Lo mismo sucede los días lunes y martes debido a que los residuos se acumulan los fines de semana ya que el servicio no se presta el día domingo o festivo, lo cual genera que, en el día hábil siguiente, cada turno se extienda de 8 a 10 o 12 horas de operación. Para la recolección, cada vehículo se dispone de una cuadrilla compuesta por el conductor y dos operarios.

La empresa prestadora del Servicio público de aseo cuenta con una ruta de recolección de residuos aprovechables y de escombros cuyo tratamiento es diferente y no se dirige al relleno, pero esta labor no tiene la cobertura a toda la ciudad sino a algunas clientes que hacen selección de sus residuos.

Una de las problemáticas ambientales y sociales identificadas en la caracterización de los residuos sólidos en la ciudad de Villavicencio (Polanco & García, 2019) es la práctica no adecuada de selección y recolección de residuos reutilizables o con potencial de reciclaje, que, de manera informal, es llevada a cabo por personas de bajos recursos para generarse ingresos. La informalidad de esta actividad consiste en la selección en los puntos de recolección los residuos con potencial de reutilización para ser comercializado en centros de acopio que los clasifican y los revenden a empresas procesadoras.

En este contexto la recuperación de materiales reciclables es realizada mayormente por de manera informal, a través de recuperadores o recicladores (Banco Interamericano de Desarrollo, 2010), los cuales recolectan, separan y comercializan materiales tales como cartón, papel, vidrio, plástico o metal, y hacen de esta actividad su principal fuente de ingresos (Sturzenegger & Terraza, 2010) El problema de la recuperación de residuos sólidos aprovechables, comprende todo el proceso propio de la actividad que va desde la forma de obtener los productos hasta la venta de los mismos (Yepes, Vélez, & Gómez, 2008).

Otro problema identificado en el proceso de recolección de residuos sólidos es la falta de cultura y disciplina por parte de los usuarios para separar los residuos de una forma adecuada, de tal manera que en la fuente se puedan disponer los residuos orgánicos, los aprovechables y los no aprovechables para su posterior recolección.

Por su parte, la administración municipal, ha emprendido iniciativas orientadas a la organización y formalización de las personas dedicadas a la recuperación de los residuos sólidos,

en un intento por dignificar y hacer más eficiente esta actividad, sin embargo, estos proyectos no se han logrado consolidar eficientemente ya que por un lado no existe una articulación de diferentes actores involucrados y no existe un lugar adecuado para la disposición de los residuos aprovechables y articule los procesos de aprovechamiento. En la práctica, Bioagrícola del Llano, presta servicios especiales como la recolección de residuos sólidos de construcción y la recolección de materiales aprovechables a solicitud del cliente; se cuenta así, con una ruta selectiva en la cual solamente se recolecta el material aprovechable, pero en el momento el servicio se presta a clientes que generan grandes volúmenes de material, el cual es entregado de forma clasificada, dependiendo el volumen del material se establece la frecuencia de recolección. De acuerdo a la problemática expuesta anteriormente, las iniciativas por parte de la administración municipal no han logrado articular las rutas de recolección con los recicladores agremiados, ni a actores intermediarios que se encarguen de la clasificación y venta, ni se cuenta con un lugar adecuado para que articule los procesos de aprovechamiento.

“En las diferentes encuestas realizadas a la ciudadanía, se presenta la inconformidad o la inquietud de las personas del común, ya que afirman que de nada sirve separar, los residuos en la fuente si finalmente viene un mismo vehículo de recolección y en el proceso lleva todos los residuos al relleno y nunca se van a reutilizar los materiales que se hayan separado en la fuente” (Polanco & García, 2019). La ciudadanía percibe una falta de coherencia y gestión entre las campañas que se promueven desde las instituciones y autoridades ambientales con la práctica hecha en el sistema de recolección.



Cormacarena, como entidad de mayor jerarquía en el ámbito ambiental para el Departamento del Meta, es la autoridad encargada de hacer el control y la vigilancia de la disposición final, haciendo seguimientos anualmente. Su competencia como autoridad ambiental se limita a la afectación del hábitat natural o calidad del aire por malas prácticas en la recolección y disposición de los residuos, sin embargo, la entidad encargada de la supervisión en la operación de recolección la ejerce la superintendencia de servicios Públicos, estos dos procesos diferentes de control dificultan la coordinación a la hora de recoger los residuos sólidos aprovechables.

La disposición final de los residuos sólidos Urbanos (RSU) se realiza en el Parque Ecológico Reciclante (PER) de la ciudad de Villavicencio, ubicado en la vereda don Bosco a 18 Km de Villavicencio por la vía a Puerto Porfía, con Licencia ambiental conferida por Cormacarena hasta el año 2030 y con disposición del suelo planeada por la Alcaldía de Villavicencio para tal fin. El tipo de relleno sanitario es de área a cielos abiertos, con celdas tecnificadas en las cuales se realiza la acumulación y compactación de residuos.

Las problemáticas operativas que existen en la actualidad y la falta de articulación de políticas, iniciativas y gestión tanto pública como privada han propiciado que el sistema de recolección de residuos sólidos en la ciudad de Villavicencio no sea el más adecuado para garantizar una operación eficiente y competitiva frente al aprovechamiento de residuos sólidos. El Plan de gestión Integral de Residuos Sólidos -- PGIRS -- de la ciudad de Villavicencio ha fijado metas en el aumento del porcentaje de aprovechamiento, sin embargo, las ya mencionadas problemáticas operativas y sociales dificultan el cumplimiento de las expectativas en temas de recuperación de residuos. La definición de actividades de logística inversa en los planes de gestión de residuos sólidos municipales debe garantizar la tendencia a disminuir los volúmenes de

contaminación y de fomentar la reutilización de residuos entre los habitantes de una comunidad. (Lourenço, Barbosa, & Cirne, 2016).

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, actualmente el panorama para el aprovechamiento pasa por considerar la utilidad de algunos de sus componentes, lo cual se denomina valorización de residuos sólidos urbanos que no solo involucra a estos materiales sino también al conjunto de procesos que tienden a su recuperación y su transformación permitiendo poner los residuos en condiciones técnicas, económicas y ambientales para ser reintegrados al mercado, sin embargo para que exista una eficiencia en el circuito completo de los residuos se debe hacer un replanteamiento de los aspectos técnicos de recolección, transporte y los diferentes procesos que incluye lugares adecuados para su disposición así como pensar en el sistema de recuperación y aprovechamiento de residuos sólidos con miras a obtener el mayor beneficio de la transformación de los mismos (Gonzales, 2014).

Desde la arquitectura y el urbanismo hay valiosos aportes puesto que el reciclaje y la reutilización de materiales sigue ganando espacio y relevancia en la industria de la arquitectura y la construcción. Esta práctica se ha establecido como una importante alternativa a los métodos de construcción más tradicionales, ofreciendo una solución más económica y sostenible cuando se aplica conscientemente. (Abdel , 2020) Tanto los centros de acopio, como las estaciones de reciclaje y los espacios urbanos temáticos contribuyen al ahorro de recursos, materias primas y hacen valiosos aportes a la sustentabilidad al mismo tiempo que desarrollan espacios alternativos en donde es posible contribuir a la educación de las personas en torno a los temas de reciclaje y aprovechamiento de residuos. Es así como los centros de acopio como también las estaciones de

procesamiento de desechos sólidos incorporan sistemas de producción de energía, lo que reduce al mínimo los gastos de funcionamiento y el impacto general de la construcción de esos edificios.

En Colombia en un bajo porcentaje se aplican técnicas de aprovechamiento estaciones de clasificación y aprovechamiento, dado que solo 68 municipios del país disponen sus residuos en este tipo de edificaciones (Sturzenegger & Terraza, 2010). Se destacan, Cajicá, Bucaramanga, Riosucio, Medellín y Bogotá, pero aun los porcentajes de aprovechamiento son bajos incluso en estas mismas ciudades. Desde la arquitectura aún no se han hecho aportes valiosos en el país, ya que el tema se relega a un tema operativo y logístico mas no a la generación de espacios que involucren a los actores y a la comunidad en torno al reciclaje.

Sin embargo, este tipo de infraestructura se encuentran en un contexto inclusivo, pues su proceso productivo involucra el destino correcto de residuos, el cual es formado básicamente de materiales recolectados que se constituyen como la materia prima a ser procesada, este es ejecutado por medio de máquinas y equipos que permiten el procesamiento, almacenamiento y distribución del reciclable (Alcantara, Carniero de Araujo, Rodrigues, & Costa , 2015). Por lo tanto, el reciclaje es una línea de producción que soporta el funcionamiento de las plantas y, además, genera los mayores ingresos por venta de productos (Superintendencia de Servicios Publicos Domicilirarios, 2008).

El desarrollo de la gestión de los residuos sólidos, que articula la visión ambiental con el componente de servicio público, es prioritario en la política pública nacional. Para su logro, desde el sector de residuos sólidos, se propone avanzar hacia una economía circular, la cual busca que el

valor de los productos y materiales se mantengan durante el mayor tiempo posible en el ciclo productivo.

No obstante, el origen de la ineficiencia en las plantas de reciclaje es proveniente del resultado del manejo inadecuado de los insumos de producción, como son la materia prima, la energía, agua y otros aditivos y además los materiales y productos desperdiciados que no cumplen los criterios de calidad requeridos que generan contaminación (Hoof, Monrroy, & Saer, 2008).

El manejo de los residuos sólidos pasa actualmente por una combinación de relleno sanitario y estaciones de clasificación y aprovechamiento, que es la manera como se denominan los centros de acopio de materiales aprovechables. Estas son instalaciones técnicamente diseñadas con criterios de ingeniería y eficiencia económica, dedicadas al pesaje y clasificación de los residuos sólidos aprovechables, mediante procesos manuales, mecánicos o mixtos y que cuenten con las autorizaciones ambientales a que haya lugar. En Conclusión, Villavicencio carece de un lugar adecuado para el pesaje, Clasificación y aprovechamiento de los residuos sólidos reutilizables.

### **1.1.2. Formulación del problema**

¿Cómo disminuir la cantidad de residuos en los rellenos sanitarios, aumentar el reciclaje y mejorar el aprovechamiento de estos?

### **1.1.3. Hipótesis**

Es posible mediante una planta de reciclaje la cual se desarrollará por un entramado de vigas y columnas metálicas y una serie de módulos prefabricados (que se generaran a partir del reciclaje). Esta estructura metálica además nos permitirá ganar suficiente altura en la planta libre para almacenamiento de material y el acceso de vehículos, además de otorgar ligereza y permeabilidad.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

En ese sentido la política propone la asignación de roles para el desarrollo de acciones que fortalezcan la gestión de residuos liderados por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio; el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Y el Ministerio de Minas y energía, para lo cual se proponen los siguientes objetivos:

- Promover la economía circular a través del diseño de instrumentos en el marco de la gestión integral de residuos sólidos.
- Promover la cultura ciudadana, la educación e innovación en gestión integral de residuos con el fin de prevenir la generación de residuos, promover la reutilización e incrementar los niveles de separación en la fuente y de aprovechamiento.
- Generar un entorno institucional propicio para la coordinación entre actores que promueva la eficiencia en la gestión integral de residuos sólidos.

- Mejorar el reporte, monitoreo, verificación y divulgación de la información sectorial para el seguimiento de la política pública referente a la gestión integral de residuos sólidos.

El proceso de recuperación y transformación de los residuos sólidos aprovechables se ha convertido en una necesidad para la industria y las ciudades en general, no solo desde el punto de vista económico si no especialmente desde el punto de vista ambiental y social (Gonzales, 2014)

Teniendo en cuenta lo anterior el presente proyecto está enfocado en proponer un Estación Autosostenible para la clasificación y el aprovechamiento de Residuos Sólidos en la ciudad de Villavicencio, que sirva para mitigar el impacto ambiental y contribuir la reducción de la disposición de residuos sólidos. Dicho centro, se espera que cuente con tecnología de punta, pero especialmente se distinga de las demás por su componente de autosostenibilidad, demostrando coherencia entre la actividad económica principal y el beneficio medioambiental que este tipo de empresas genera para la humanidad.

Además, el diseño que se propone busca generar una mejor relación entre el hábitat y el medioambiente, al diseñar una planta que sea autosostenible, incorporando tecnologías limpias que ayuden a mitigar la contaminación y el uso de energías y/o materiales no renovables; siendo así una respuesta al estilo de (Rosales, 2016), pues se planeta diseñar la planta de reciclaje en Villavicencio “aplicando principios de sustentabilidad, recrear las respuestas de adaptación al medio implementadas en el pasado, pero con el uso de nuevas tecnologías y nuevas respuestas formales” (p. 260). Se espera que la planta articule las disposiciones del Plan de Gestión integral de Residuos Sólidos de la ciudad de Villavicencio que actualmente impulsa la Alcaldía de Villavicencio, el cual busca aumentar la cultura del reciclaje, pero se debe contar con instalaciones,

amigables con el medioambiente, donde los materiales reciclados sean procesados para su reutilización; Es decir, la idea es contribuir a la reducción de disposición de residuos sólidos, sin impactar el medioambiente y contribuyendo a generar nuevas fuentes de empleo, beneficiando así no sólo el medioambiente sino a la sociedad en general.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Diseñar arquitectónica y urbanísticamente la Estación Autosostenible para la clasificación y el aprovechamiento (ECA) de Residuos Sólidos en la ciudad de Villavicencio como respuesta a las problemáticas ambientales y sociales generadas por el reciclaje en la ciudad.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

Analizar el sector a intervenir de acuerdo con su contexto urbano, social y ambiental, identificando la relación urbana con el contexto inmediato, reconociendo las problemáticas y necesidades generadas por el reciclaje en la ciudad.

Establecer criterios urbanos y arquitectónicos para el diseño y función de la Estación Autosostenible para la clasificación y el aprovechamiento (ECA) de residuos sólidos en el sector a intervenir con zonas verdes, zonas de ocio, parques, plazoletas, ciclo ruta y estacionamientos.

Fomentar el uso de un modelo de economía circular como respuesta a las deficiencias ambientales y sociales en el territorio del Municipio de Villavicencio y así responder a las exigencias ambientales generadas por el PIGRS y complementar los requerimientos espaciales

con una infraestructura que mejore el servicio público de Aseo en la ciudad de Villavicencio mediante el aprovechamiento de los residuos sólidos.

Proponer criterios de arquitectura sostenible y bioclimática para mejorar las condiciones de funcionamiento de la Estación Autosostenible para la clasificación y el aprovechamiento (ECA) y su integración con el contexto.

#### **1.4. METODOLOGÍA**

El desarrollo del método se determina según el enfoque que requiere el proyecto, el proceso es la investigación que se basa en el análisis descriptivo/analítico, en el cual surge el planteamiento del problema que se va a estudiar. Teniendo como base la información diagnóstica del plan de ordenamiento territorial (POT) de Villavicencio.

##### **1.4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

En el cerco investigativo para el proyecto en su desarrollo arquitectónico y urbanístico se definen de la siguiente forma:

- Diagnóstico de la investigación: Se establece el estado actual de las redes de equipamientos educativos, espacio público y recreación, donde se identifican una serie de caracterizaciones cualitativas y cuantitativas dentro de la ciudad.
- Recolección de datos: Se realiza la consulta previa acerca de proyectos de carácter cultural a nivel nacional e internacional, así como sus posibles vinculaciones en términos de programas arquitectónicos en un proyecto integrador con estas condiciones.



- Sector de estudio: A partir del análisis de las zonas y con información recolectada se determina si el sector y el predio es viable para el proyecto.
- Análisis del sector: Se procede a una visita al sector a intervenir como propuesta, con el fin de evaluar si las características son las adecuadas para el desarrollo del proyecto.
- Diagnóstico del sector: Muestra resultados de análisis del sector a intervenir, estructurándose en referencia a fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas (FODA), cuyo objetivo es estructurar correctamente la propuesta para satisfacer las necesidades de esta fase de la investigación.
- Pronostico: Con el resultado del análisis y el diagnostico, se determina si es viable el proyecto y el predio para intervenir.
- Condiciones de diseño: Se muestra la forma, función, estructura y normativa; teniendo como base la información diagnostica del plan de ordenamiento territorial (POT) de Villavicencio.
- Premisas de diseño y programa de necesidades: Es la idea generadora de la propuesta arquitectónica para resolver la necesidad planteada a partir de gráficas, esquemas, bocetos y otros. Luego se define el diseño y programa arquitectónico.

- Propuesta arquitectónica: Proyecto arquitectónico, conjunto de planos, dibujos, esquemas y textos explicativos utilizados para plasmar (en papel, digitalmente, en maqueta, 3D, renders o por otros medios de representación) el diseño del proyecto.

## **1.4.2 LINEA DE INVESTIGACIÓN**

### **Ciudad y medio ambiente**

El proyecto se encuentra inmerso en el grupo de investigación ciudad y medio ambiente bajo la modalidad de proyecto arquitectónico. Aborda la problemática urbana desde tres perspectivas: la visión arquitectónica, urbana y regional, que desde parámetros técnicos y tecnológicos hace énfasis en la sustentabilidad de las ciudades; la visión ecológica, que estudia los elementos bióticos (arborizaciones urbanas, conservación de aves y otras especies en áreas urbano - regionales, etc.); la visión cultural y social que analiza los procesos de poblamiento y las relaciones que las comunidades construyen con el territorio.

### **Modalidad de trabajo de grado**

Proyecto arquitectónico: “Contempla los proyectos o ejercicios arquitectónicos que desarrollan un edificio o conjunto de edificios sin limitaciones de escala, uso o complejidad, sin pertenecer a otra categoría”

### **Grupo de investigación**

Ciudad, Medio ambiente y Hábitat Popular: Desarrolla investigaciones en los campos de la arquitectura, la planificación de las ciudades sustentables y el medio ambiente urbano, haciendo énfasis tanto en la biodiversidad y los ecosistemas urbanos y periurbanos, como en los aspectos sustentables de la planificación urbana, regional y territorial.

## 2. MARCO TEÓRICO

A lo largo del tiempo los residuos sólidos han sido gestionados a través de un modelo lineal en el cual se extraen materias primas, se utilizan para fabricar bienes y finalmente se desechan. Bajo esta premisa la industria extrae los materiales de recursos naturales, aplican energía para la fabricación de un producto y lo venden al consumidor quien a su vez descarta dicho producto una vez ha considerado que este cumple su vida útil lo descarta. Este modelo se denomina de producción lineal.

El modelo de producción lineal incurre en pérdidas innecesarias de varias maneras (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

**Residuos en la cadena de producción.** La falta de optimización de los procesos extractivos y productivos hace perder cantidades considerables de materias primas entre la extracción y la fabricación final.

**Desperdicios a lo largo de la cadena de valor en los mercados de alimentos.** Las pérdidas de materias primas se registran en cada una de las diferentes etapas de la producción de alimentos: cosechas, transporte, almacenamiento y consumo. En Colombia se calcula que esta pérdida es de un 34% (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

**Residuos al final de su ciclo de vida.** La mayoría de materias primas, tienen tasas de aprovechamiento bajas en comparación con las tasas de fabricación primaria, lo que significa grandes cantidades de residuos que no son asimilados nuevamente a los ciclos de producción, lo cual representa una pérdida significativa de materiales valiosos para el sistema, ya que se eliminarían costos en la etapa de extracción, ahorro de energía, se evitaría la contaminación de agua y así como otros costos asociados a su transformación y procesamiento.

**Energía usada.** En el modelo lineal, la **energía** de origen natural o industrial y la pérdida de **energía** térmica propia de algunos materiales no se aprovechan. La incineración o recupera una pequeña parte de la energía, pero generando otros residuos sólidos y gases que contaminan la atmosfera. Su aprovechamiento y reutilización traen más beneficios que se evidencian en ahorro de energía, y reprocesos en la cadena de transformación productiva.

La política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, Documento CONPES 3874, es el esfuerzo para integrar a Colombia en la agenda internacional relacionada con el cumplimiento de las metas establecidas por el país en el acuerdo COP 21; en particular, reducir las emisiones de gases efecto invernadero en 20% para el año 2030. También, en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, con el logro de cuatro metas en los objetivos relacionados con ciudades y comunidades sostenibles (11.6) y con producción y consumos responsables (12.3, 12.4 y 12.5). municipios para cumplir con la responsabilidad como garantes en la prestación de los servicios públicos.

El Objetivo general que se consigna en el documento CONPES es implementar la gestión integral de residuos sólidos como política nacional de interés social, económico, ambiental y sanitario, para contribuir al fomento de la economía circular, desarrollo sostenible, adaptación y mitigación al cambio climático.

## 2.1. LA SITUACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN COLOMBIA

Sostenibilidad en mediano y largo plazo.

### 2.1.1. Altos costos de técnicas diferentes a rellenos sanitarios

De acuerdo con la ilustración 1 los costos de actividad de técnicas diferentes a los rellenos sanitarios son superiores a los ingresos obtenidos por la comercialización de los materiales y las tarifas de actividad de servicio público de aseo. Sin embargo, según Bettini, en el caso del reciclaje habría un costo de vertido evitado (CVE) es decir menores costos de eliminación, recogida y transporte por medio de la Recolección Selectiva (RS) o recogida de materiales reciclables en la fuente.

Los costos que implica la recolección selectiva de materiales (Reciclaje) se explican en la siguiente formula:

$$CS=CRS+CMR+CRR$$

en donde:

CS= Costo de selección

CRS= Costo de la Recogida Selectiva

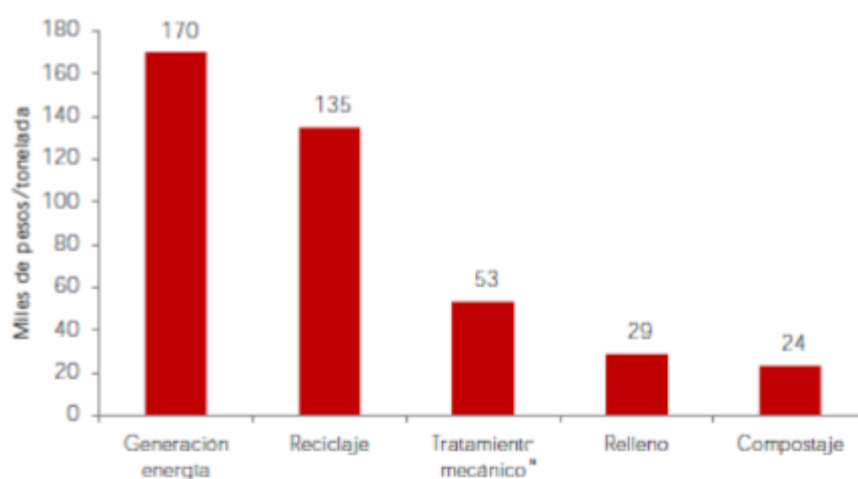
CMR= Costo de la gestión del material recogido

CRR= Costo de Cesión al centro de Recuperación y reutilización

“Es verdad cuesta, pero quienes dan esa respuesta solo piensan en el reducido valor de mercado que pueden tener los materiales que se reutilizan los que se recuperan, no en el ahorro de la colectividad tendría al disminuyendo los costos de descarga (89.8%) incineración (6.3%) o

tratamiento (3.9%)” (Bettinni, 1998) Sin contar los beneficios ambientales para los habitantes de la ciudad.

**Ilustración 1 Costo neto por tonelada de diferentes técnicas**



Fuente: CONPES (Departamento Nacional de Planeación, 2016)

### **2.1.2. Disponibilidad de suelos para efectuar la disposición final**

Actualmente en Colombia, el 83% de los residuos sólidos domiciliarios tienen como destino los rellenos sanitarios y solamente es recuperado el 17% para incorporarlos al ciclo productivo, Actividad realizada por recicladores.

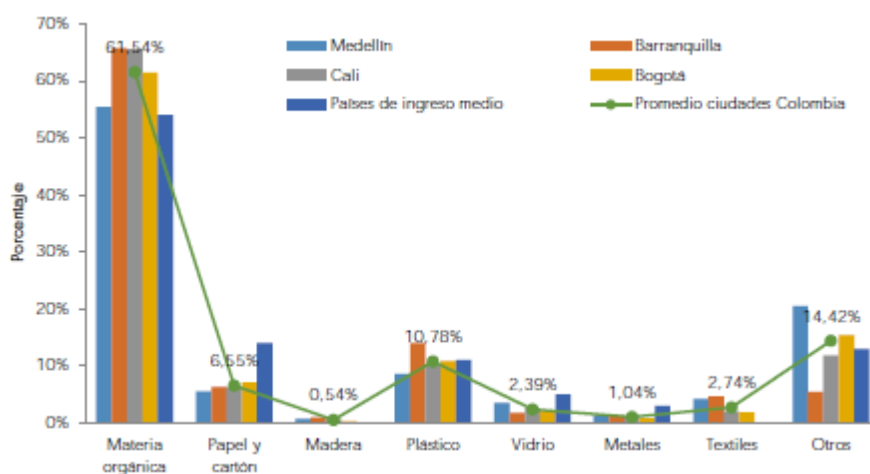
Para el año 2035 contará con 64 ciudades con más de 100.000 habitantes en las que habitara el 83% de la población (COMPES 3819), para 2035 la generación de residuos podrá llegar a 18.74

millones de toneladas anuales de las cuales 14,2 millones se deberían disponer en rellenos sanitarios. Para 2030 habría déficit de la capacidad instalada de 10.28 millones de toneladas. A esto se suma la poca disposición de suelos para nuevos rellenos sanitarios, con lo cual si no se planifica la infraestructura adecuada para el aprovechamiento y disposición final no habrá espacio en los rellenos sanitarios con los que cuenta el país actualmente.

### 2.1.3. Emisión de GEI

Debido a la composición de residuos con alto contenido de materia orgánica que producen elementos como metano, dióxido de carbono, vapor de agua e hidrogeno y, son considerados una importante fuente de gases que producen efecto de invernadero – GEI--. Por esta razón se pierde un potencial importante de generación de energía a partir de biogás y nutrientes importantes para la fertilización de suelos y generación de alimentos concentrados para animales de suelos.

**Ilustración 2 Caracterización de los residuos sólidos en Algunas ciudades de Colombia**



Fuente: CONPES (Departamento Nacional de Planeación, 2016)

A nivel general en Colombia el 61,54 % de los residuos es compuesto por materia orgánica, 6,55% está compuesto por papel y cartón 10.78% está compuesto por plástico, 2,39 se compone de vidrio, 2,74 se compone de textiles y otro tipo de materiales constituye el 14.42% como se puede observar en la ilustración 2. En conclusión, estos residuos generan gran presión en la capacidad de los rellenos sanitarios y desperdicio de materia prima y energía.

#### **2.1.4. Política de disposición final**

En Colombia se ha hecho un control de botaderos a cielo abierto y control de la contaminación que ha sido muy favorable para el país. Sin embargo, algunas cifras dejan ciertas preocupaciones a saber:

- 71 sitios de disposición de residuos sólidos cuentan con una vida útil menor a tres años, cifra del año 2015 que corresponde al 38% de la totalidad del país, es decir más de la tercera parte.
- Se carece de estándares internacionales y falta de provisión para el manejo de la clausura y postclausura de rellenos
- El 11% de los municipios del país son altamente rurales y no cuentan con sitios adecuados para la disposición de residuos sólidos.

#### **2.1.5. Separación insuficiente en la fuente**

Según cifras del DANE en Colombia el 44% de los hogares clasifica los residuos sólidos en la fuente, sin embargo, aunque existen normas técnicas como la GCT 244 para la separación de residuos sólidos en la fuente, el decreto 1077 de 2015 así como campañas educativas e incentivos



definidos en el Marco Tarifario de Aseo. La población percibe que no se tienen en cuenta estos esfuerzos si las empresas recolectoras mezclan los residuos al interior de los vehículos recolectores y no hay una coordinación con las personas que se dedican a hacer la recolección de material reciclable.

De la misma manera a esta falta de calidad de separación en la fuente se suma el hecho de la informalidad de las personas que tienen como oficio el reciclaje de materiales. Adicionalmente la política Nacional de educación ambiental es aún muy débil y a nivel académico existen muy pocas investigaciones relacionadas con el tema.

#### **2.1.6. Baja coordinación institucional**

Las actividades de aprovechamiento de residuos sólidos, así como las de tratamiento biológico y las derivadas para procesos de valorización energética van más allá de la prestación del servicio público de aseo y a la normatividad ambiental e involucran diversos actores de la sociedad.

En Colombia existe una asignación de roles para la prestación del servicio público de aseo en materia de su planeación, vigilancia, control y regulación, pero no se tiene un marco institucional expresamente establecido su gestión y aprovechamiento ya que esto involucra aspectos de coordinación interinstitucional que permita superar las barreras y avanzar hacia un modelo circular.

De esta manera, las empresas prestadoras del servicio de aseo se enfocan en asegurar para los usuarios la recolección, transporte y disposición en rellenos sanitarios para los residuos sólidos generados en los hogares, el comercio y la industria. Así, la función del El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio es formular las políticas y las reglamentaciones en relación con la prestación

del servicio público de aseo; mientras que, el papel del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es definir las normas para el manejo ambiental de los residuos; por su parte, las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible se encargan de administrar en el área de su jurisdicción la administración y el control ambiental; la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico regula la prestación adecuada del servicio público de aseo; y la Superintendencia de Servicios Públicos es la encargada de ejercer la vigilancia y el control que garanticen su prestación.

En conclusión, as entidades gubernamentales, centran su actividad en la prestación del servicio público con unos roles determinados e inflexibles; lo cual en la práctica dificulta la toma de decisiones puesto que no existe claridad sobre el papel que deben cumplir las entidades para liderar los procesos que contribuyan a desarrollar proyectos cuya finalidad sea la reutilización, el aprovechamiento y el tratamiento de los residuos sólidos. Estos procesos involucran tanto aspectos ambientales como de prestación del servicio e implican la coordinación y el compromiso de múltiples actores.

### **2.1.7. Instrumentos de gestión territorial con baja implementación**

En el país, los municipios y distritos como entes territoriales son los responsables de la planificación y la gestión integral de residuos; por lo tanto, son los alcaldes con apoyo departamental, quienes están obligados a formular los planes de gestión integral de residuos sólidos, los cuales deben articularse con los Planes de Ordenamiento Territorial y los planes de desarrollo municipales y articularlos con otros municipios a nivel regional cuando sea factible.

Así mismo en responsabilidad de los entes territoriales la implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los planes de gestión integral de residuos sólidos. Sin embargo, en diversas ocasiones, los alcaldes no han asumido estas responsabilidades de la forma requerida, ya sea por falta de capacidad administrativa e institucional, desconocimiento de la normatividad o por fallos en compromiso adquiridos por las administraciones.

Por otra parte, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial, 2015), realizó una evaluación a los Planes de Ordenamiento Territorial, encontrando que el 32% de los planes de ordenamiento territorial delimitó el perímetro del suelo urbano sin tener en cuenta la cobertura y la provisión de servicios públicos y el 34% de ellos estableció límites para los suelos de expansión sin considerar las restricciones de uso, densidad y garantía de servicios públicos. La adecuada provisión de los servicios públicos y la adecuada recolección de aguas servidas y residuos son factores clave a la hora de planificar el territorio en el marco de la normatividad ambiental para así garantizar su sustentabilidad

### **2.1.8. Insuficiente información sectorial para la política de gestión integral de residuos sólidos**

La falta de estadísticas suficientes para la toma de decisiones, el seguimiento y evaluación de una política pública de manejo residuos es uno de los principales obstáculos para una buena gobernanza. De tal modo que, no existe información sistemática sobre los flujos de residuos que no estén referenciadas al servicio público de aseo. En este sentido, las entidades públicas desconocen las cifras de residuos orgánicos que han sido sometidos a procesos de transformación o la cantidad de residuos de construcción y demolición generados y reutilizados.

Por consiguiente, los reportes de aprovechamiento de residuos son escasos y no existe un censo fiable, lo cual es consecuencia de la informalidad del mercado y la falta de mecanismos de recopilación de estos datos por parte de las autoridades competentes. Las cifras con que se cuenta actualmente han sido posibles de calcular a partir de datos de organizaciones no gubernamentales, organizaciones privadas y algunas entidades oficiales mediante estudios de investigación y de consultoría. De esta manera se pudo establecer que, la tasa nacional de aprovechamiento fue 17% para el año 2013 en relación a la totalidad de los residuos sólidos generados por los municipios y considerando que no se realice el aprovechamiento de residuos orgánicos (Departamento Nacional de Planeación y Banco Mundial, 2015). De igual manera, la Superintendencia de Servicios Públicos cuenta con un registro anual que publica gracias a los reportes que hacen las empresas prestadoras del Servicio público de aseo en el Sistema Único de Información en donde se consolidan los datos de los residuos sólidos dispuestos. Otra fuente de información es la Encuesta de Calidad de Vida hecha por el Departamento Nacional de Planeación sobre hogares que clasifican sus residuos y los datos generados por las empresas afiliadas a la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) respecto a los residuos aprovechados por las mismas.

## **2.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN VILLAVICENCIO**

### **2.2.1. Disponibilidad de suelos para efectuar la disposición final**

El servicio público domiciliario de Aseo en Villavicencio es prestado por la empresa Bioagrícola del Llano con una cobertura actual del 98% del área urbana del municipio (Alcaldía de Villavicencio, 2015). La empresa tiene como fin desarrollar las actividades de barrido y limpieza

de vías y áreas públicas, recolección y transporte de residuos sólidos domiciliarios y comerciales y disposición final utilizando la técnica de relleno sanitario. Para esta disposición, la ciudad cuenta actualmente con un área de disposición de residuos sólidos que se denomina Relleno Sanitario “Parque Ecológico Reciclante” (PER), cuyo suelo dispuesto en un proceso de planificación por la Alcaldía de Villavicencio para tal fin. El relleno está Ubicado en el Kilómetro 18 de la vía a Puerto Porfía-Villavicencio que corresponde a la vereda San Juan Bosco en inmediaciones los predios Furatena, El Placer y Brasil. Su extensión superficial es de 223 hectáreas y fue autorizado mediante Licencia ambiental conferida por Cormacarena según resolución número 2.6.07.0982 la cual le otorga vigencia hasta el año 2030.

El tipo de relleno sanitario es denominado área a cielos abiertos, con celdas tecnificadas en las cuales se realiza la acumulación y compactación de residuos.

La principal problemática identificadas en el PER se relaciona con el manejo adecuado de lixiviados, para ello, la empresa Bioagrícola del Llano ha implementado un proceso de tratamiento, basado procesos físicos como la filtración. Una iniciativa que se llevó a cabo en los últimos tiempos fue el manejo mediante un humedal artificial en el que se aumenta el nivel de filtración y absorción de sustancias no establecidas en los parámetros de vertimiento a través de la inclusión de algunas especies vegetales en el proceso. De esta manera se garantiza una adecuada manipulación, tratamiento y vertimiento de sustancias una atendiendo a los parámetros establecidos en la normatividad ambiental.

Los riesgos presentes en el PER están relacionados a continuación:

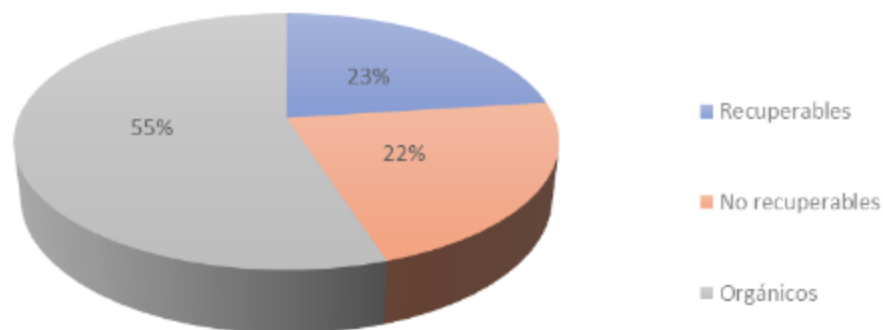
1. Emisión de olores,
2. Emisión de gases contaminantes,
3. Alta demanda biológica de oxígeno para el proceso de descomposición de los lixiviados,
4. Las cargas contaminantes por encima de los límites permitidos
5. La proliferación de virus o bacterias

### **2.2.2. Caracterización de los residuos sólidos en la ciudad de Villavicencio**

Según el Plan de ordenamiento Territorial (Alcaldía de Villavicencio, 2015), la empresa Bioagrícola del llano hizo un sondeo en el año 2009 cuya finalidad era realizar la caracterización de los residuos sólidos en la ciudad de Villavicencio. La metodología empleada permitió tomar dos muestras al azar entre en diferentes épocas del año, una en temporada de mayor producción de residuos y otra en la temporada de menor producción de estos.

De esta manera se seleccionaron 383 usuarios al azar y se encontró que el 55% de los residuos sólidos corresponden a residuos orgánicos, del 45 % restante se encontró que la mitad de la proporción corresponde a residuos no recuperables y la otra mitad a residuos recuperables, es decir que el 23% del total de los residuos sólidos en la ciudad de Villavicencio se puede recuperar.

### **Ilustración 3. Caracterización residuos sólidos en Villavicencio**



Fuente: Elaboración propia en base a caracterización de los residuos Bioagrícola, 2009

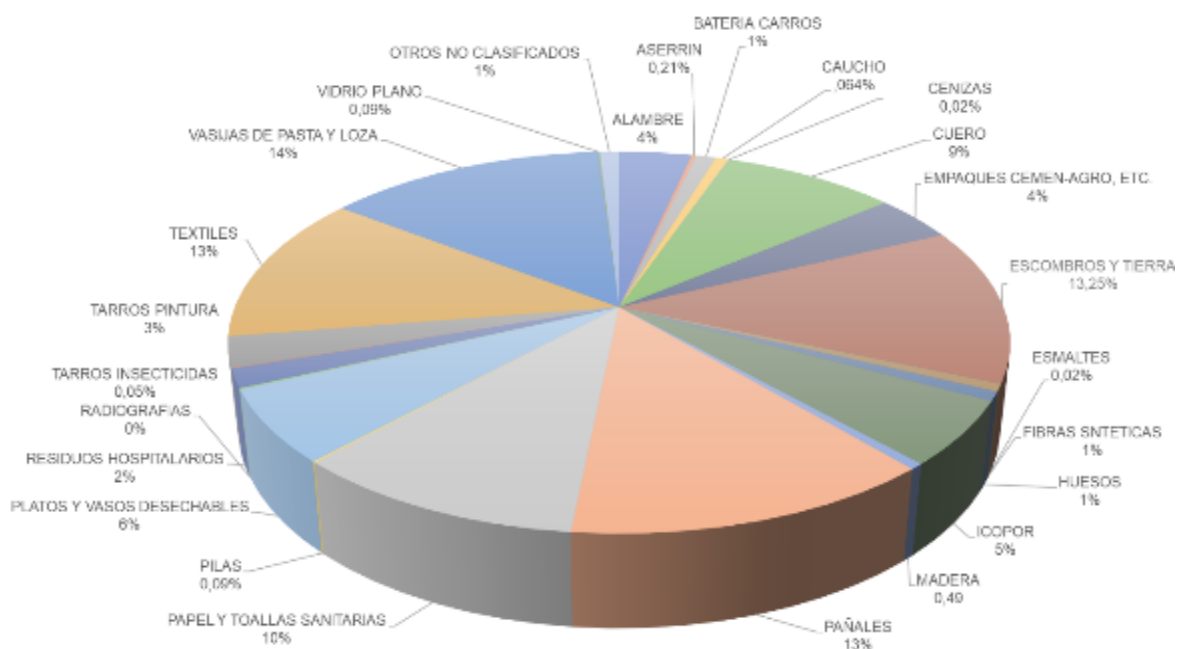
Si se tiene en cuenta que según (Polanco & García, 2019) Villavicencio produce 400 Ton. diarias de residuos sólidos tenemos que, 220 toneladas corresponden a residuos orgánicos, 88 toneladas corresponden a residuos no recuperables y se tiene un potencial de 92 toneladas de material para aprovechamiento.

De los residuos orgánicos encontrados se puede deducir que el 41.13% corresponde a Residuos de Alimentos, 41.4% a residuos generados por plazas de Mercado y 20.47% corresponden a residuos de podas y jardinería.

De acuerdo con las muestras extraídas, dentro de los residuos no recuperables se encuentran en mayor proporción los residuos de vasijas de pasta y loza con un 13.78% los escombros de tierra con un 13.25%, los pañales con un 13.01%, los textiles con un 12,63% y los papeles y toallas sanitarias con un 10,37 % (Alcaldía de Villavicencio, 2015).

De acuerdo con las anteriores cifras y teniendo en cuenta que los materiales no aprovechables son altamente contaminantes puesto que no se reincorporan con facilidad a los procesos biológicos se encuentra que a diario en Villavicencio se vierten 12.12 Ton. de vasijas de pasta y loza 11.66 Ton. de escombros 11.44 Ton. de Pañales desechables, 11.11 Ton. de Textiles y 9.12 Toneladas pe papel y toallas sanitarias.

**Ilustración 4. Caracterización residuos sólidos no aprovechables en Villavicencio**

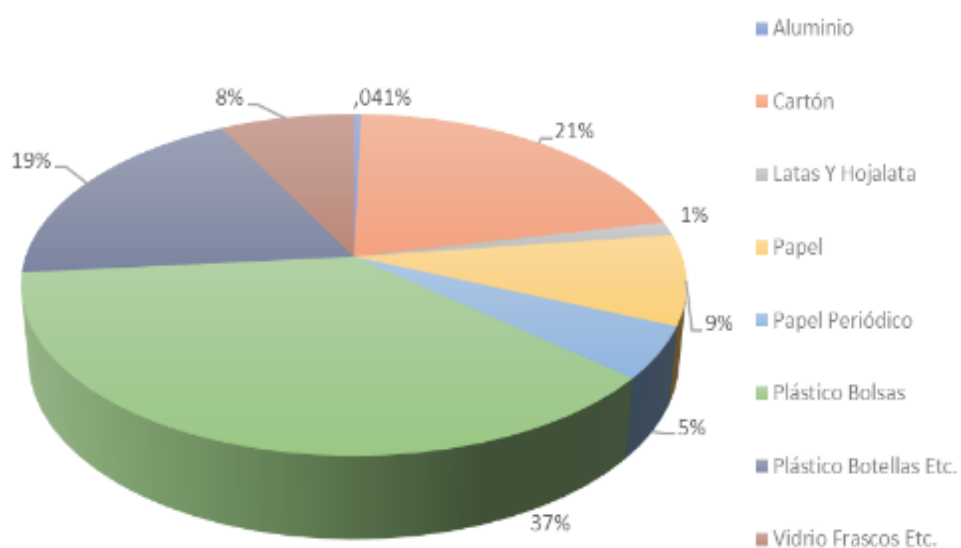


Fuente: Elaboración propia en base a caracterización de los residuos Bioagrícola, 2009

Dentro de la caracterización de los residuos recuperables se encuentran las siguientes proporciones: 37.19% corresponden a bolsas de plástico, 21.15% corresponde a Cartón, 18.81% corresponde a Botellas de plástico, 8.56% corresponde a Papel y 7.68% corresponde a vidrios y frascos, según se muestra en la ilustración 5.



**Ilustración 5 Caracterización residuos sólidos aprovechables en Villavicencio**

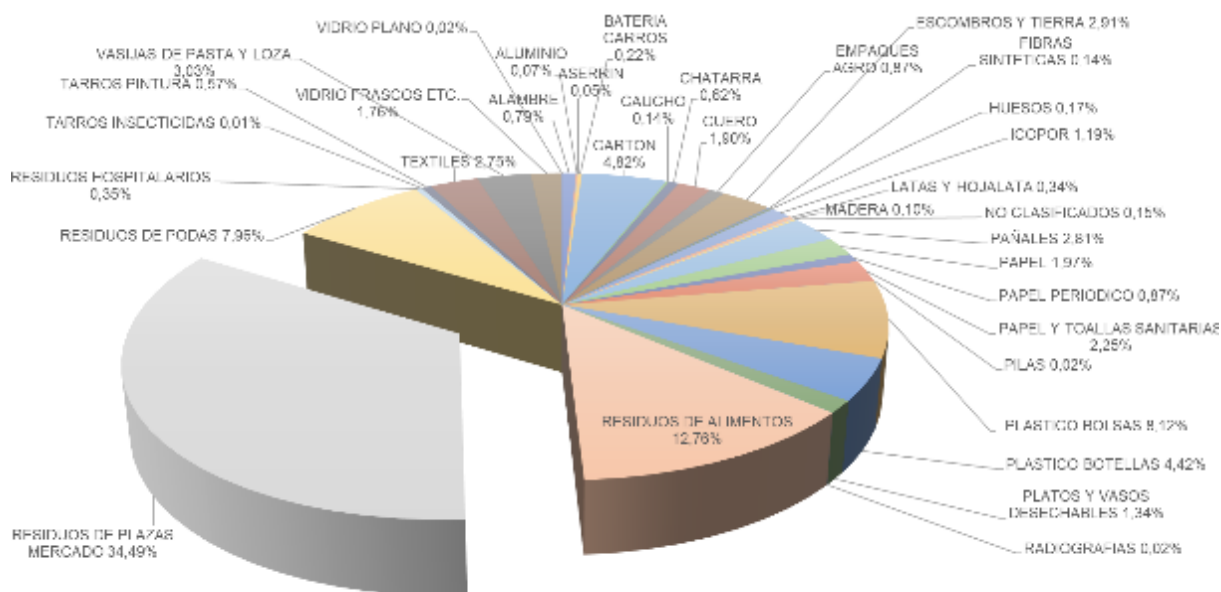


Fuente: Elaboración propia en base a caracterización de los residuos Bioagrícola, 2009

De acuerdo a la ilustración anterior Villavicencio cuenta con un potencial de reciclar a diario 34.2 Ton. de Bolsas de Plástico, 19.45 Ton. de cartón 17.30 Ton de Botellas de plástico, 7.87 Toneladas de Papel 7.8 Ton. de Vidrios y frascos, 0.92 Ton de Latas y hojalatas y .3 Ton de aluminio

Para el año 2014, la empresa Bioagrícola del año presenta una caracterización de los residuos que llegan al Relleno Sanitario “Parque Ecológico Reciclante” y en su mayor proporción se encuentran los residuos de plazas de mercado con un 34,49%, seguidos con un 12,76% que corresponden a residuos de alimentos, 8,12% corresponde a bolsas de plástico, 7,96% corresponde a 7,96% corresponde a residuos de podas 4,82% corresponde a cartón y 4,42, a botellas de plástico, según la ilustración 6.

**Ilustración 6 Caracterización residuos sólidos que llegan al relleno Sanitario Parque ecológico reciclante**

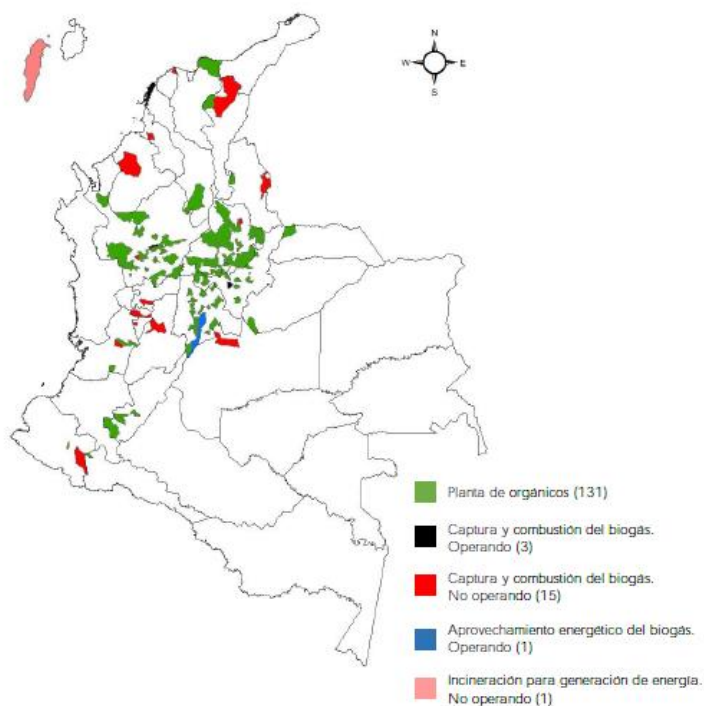


Fuente: Elaboración propia en base a caracterización de los residuos Bioagrícola, 2014

### 2.2.3. Aprovechamiento de GEI en Villavicencio

Con el ánimo de tener alternativas a la disposición de residuos sólidos en a rellenos sanitarios, en Colombia se ha construido una infraestructura para el aprovechamiento de residuos sólidos cuyo objetivo es buscar recursos para su financiación intentando adoptar modelos sustentables. En el Mapa de la ilustración 7 se observan que el país ha apostado en algunos municipios por plantas de tratamientos de residuos orgánicos. En 18 municipios se presenta el aprovechamiento por captura y combustión del biogás, de su totalidad solamente están funcionando 3 y los 15 restantes han cesado su actividad, entre ellos Villavicencio. La interrupción en el funcionamiento de estas plantas se dio porque su financiación de daba a partir de certificados de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, los cuales disminuyeron su cotización en un 97.5% entre los años 2008 y 2015, dejando a su paso inviables financieramente a estos proyectos.

### **Ilustración 7. Infraestructura de tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos en el país**



Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2016)

#### **2.2.4. Problemáticas en la recolección de residuos sólidos**

Según (Polanco & García, 2019), se identifican las problemáticas identificadas en la operación de la recolección de residuos sólidos en la ciudad de Villavicencio son:

1. Falta de cultura y disciplina por parte de los usuarios para disponer de los residuos de una forma adecuada para su posterior recolección, ya que se identifica que los usuarios colocan sus residuos en horarios no estipulados para su recolección, producen residuos diferentes a los domiciliarios como residuos industriales, generan residuos de gran volumen o residuos de construcción.
2. Carencia de separación de material aprovechable en la fuente de generación y mezcla con material orgánico como residuos de alimentos, lo cual hace que elementos reciclables no puedan ser utilizado fácilmente.
3. Los usuarios disponen sus residuos en bolsas o recipientes averiados y en lugares no adecuados que generan malos olores y contaminación visual.
4. Generación de riesgo en la salud ocupacional e integridad de los operarios encargados de recolección, quienes deben manipular cargas pesadas y con materiales que no se disponen de manera apropiada como vidrios, latas o material cortopunzante que genera peligro.
5. Sistema de recolección de residuos en el espacio público, con lo cual las bolsas y recipientes generan residuos dispuestos en las calles aumentando el flujo de

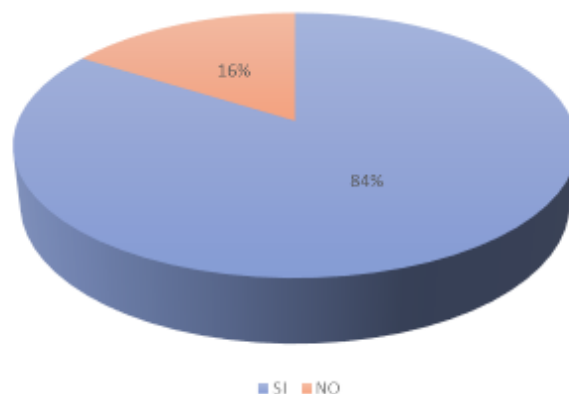
lixiviados a las aceras, calzadas, prados y desagües, situación que se incrementa en temporada de lluvias.

Como se mencionó anteriormente la empresa prestadora del servicio cuenta con una ruta de residuos aprovechables y de material de escombros cuyo tratamiento es diferente y no se dirige al relleno y no tienen la cobertura requerida para recolectar los residuos sólidos aprovechables en toda la ciudad sino a algunos clientes que los producen y seleccionan por su propia cuenta.

#### **2.2.5. Falta de cultura respecto a la separación en la fuente**

De acuerdo a lo detectado por (Polanco & García, 2019), mediante sondeo de percepción que evaluaba el servicio público de aseo, en Villavicencio el 84% de las personas encuestadas manifiesta que no hacen separación de residuos en la fuente, tan solo el 16% si lo realiza.

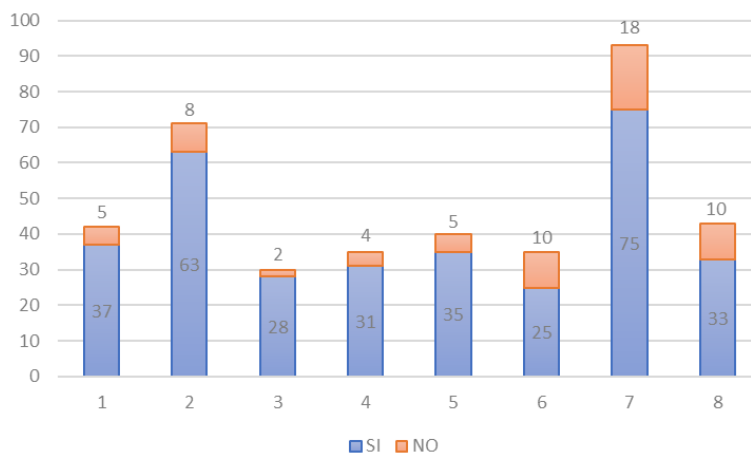
**Ilustración 8. Encuesta separación en la Fuente**



Fuente: Elaboración propia en base a (Polanco & García, 2019)

La muestra se tomó encuestando a personas de las diversas comunas de Villavicencio encontrándose que los habitantes pertenecientes a las comunas 6, 8, 7 y 5 presentan la mayor concentración de personas que manifiestan hacer la separación, mientras que en las comunas 1, 2, 3 y 4 presentan un promedio de 10% de los usuarios que hacen separación en la fuente, siendo la comuna 3 la que registra el porcentaje más bajo con apenas 6%.

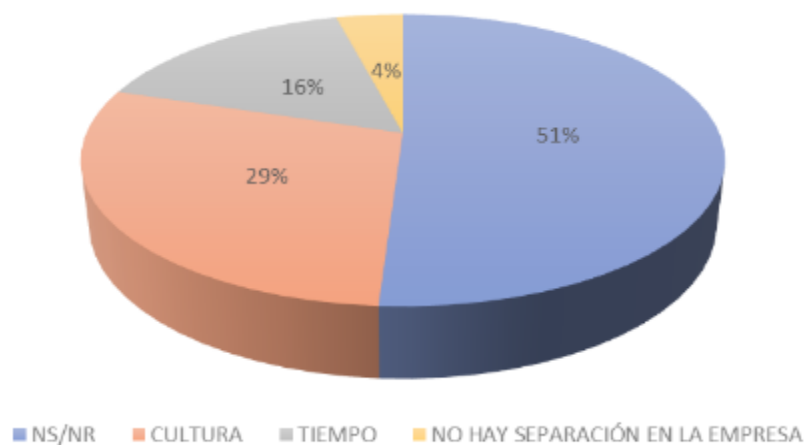
**Ilustración 9. Concentración de personas que realizan separación en la fuente**



Fuente: Elaboración propia en base a Polanco García, 2018

En general al indagar a las personas acerca de las causas por las cuales no realizan separación en la fuente el 51 % de los encuestados no sabe o no responde a la pregunta, el 29% manifiesta que no hay cultura de separación o de reciclaje, el 16 % argumenta que por falta de tiempo mientras que el 4 % percibe que si hacen la separación la empresa recolectora mezcla los residuos en el camión compactador.

**Ilustración 10. Causas por las que no se hace separación en la fuente**



Fuente: Elaboración propia en base a (Polanco & García, 2019)

### 2.2.6. Modelo actual de Reciclaje

La práctica de selección y recolección de residuos reutilizables o reciclaje que de manera informal hacen algunas personas particulares se ha convertido en una problemática ambiental y social muy extendida en América Latina. Esta práctica realizada por personas de bajos recursos económicos y habitantes de calle para generar ingresos consisten en la selección directa en el punto de recolección de tal manera que las personas se van moviendo en búsqueda de material de aprovechamiento generalmente antes de que se haga la recolección por parte de la empresa encargada. Debido a que no hay separación en la fuente, los recicladores buscan material utilizable en las bolsas dispuestas en el espacio público. Situación que genera malestar y rechazo por parte de la comunidad ya que los residuos se salen de las bolsas o contenedores. Por otra parte, los elementos usados para la recolección como carretas o carros de balineras y la poca protección para desarrollar esta práctica laboral generan exclusión y desarraigo territorial.

Aunque como colectividad los “recicladores” de oficio se hallan agremiados, no ha sido fácil para coordinar los diferentes actores en torno a la actividad de reciclaje ya que la formalización de las personas que se dedican al reciclaje, ha tenido la tendencia a desplazarlos de la actividad. Es importante aclarar que el papel que cumplen estas personas en torno a la sostenibilidad ambiental es muy importante y muchas familias de bajos recursos y situación de marginalidad obtienen con esta práctica una fuente importante de ingresos. Por otra parte, las empresas que funcionan como centros de acopio se hallan en áreas pericentrales de la ciudad en cercanías a Barrios residenciales como Guayabal y Santa Fe.

### **Ilustración 11. Ubicación Centros de acopio de residuos sólidos aprovechables**



Fuente: Elaboración propia

#### **2.2.7. Falta de coordinación institucional**



Las problemáticas operativas que existen en la actualidad y la falta de articulación de políticas, iniciativas y gestión tanto pública como privada han propiciado que el sistema de recolección de residuos sólidos en la ciudad de Villavicencio no sea el más adecuado para garantizar una operación eficiente y competitiva, orientada a la disminución de la contaminación inherente en la operación, a la reutilización de residuos y a la culturización de los usuarios. Más aún, si se compara el modelo con estándares internacionales, se evidencia un claro rezago. Haciendo necesario el planteamiento de planes que direccionen la toma de decisiones en ese sentido.

Una de las metas que se propone en el PGIRS para la ciudad de Villavicencio es el aumento del porcentaje de aprovechamiento de residuos, sin embargo, la calidad del servicio se mide por la percepción de los habitantes en la eficiencia de la empresa en cuanto al cumplimiento de los horarios para la recolección de los residuos y la frecuencia de barrido y poda de la vegetación pero no se incluye dentro de esta medición el porcentaje de residuos sólidos aprovechados periódicamente ni la eficacia de las campañas en torno a la separación en la fuente. Si estos aspectos fueran incluidos probablemente la calidad del servicio se vería afectada. Por otra parte, aunque la empresa alcanza una cobertura del 98% de la zona urbana estas cifras no reflejan realmente la disminución de la contaminación y el fomento de prácticas sustentables como el aprovechamiento de los residuos por parte de la comunidad ni la disminución de volúmenes de materiales no aprovechables.

#### **2.2.8. Insuficiente información sectorial deficiente**

De acuerdo a lo expuesto por, (Polanco & García, 2019) *“los vehículos compactadores no cuentan con un sistema que permitan medir el peso del material acopiado, es el conductor del*

*vehículo quien determina por la experiencia, el momento en el cual el vehículo ha llegado a la capacidad de carga”* Esta rutina de inspección que se hace de manera simple conlleva a que no se tenga una información rigurosa.

Se estima que en Villavicencio en promedio se recogen 400 TON al día de residuos entre residuos ordinarios, barrido y poda. La disposición final en el PER utiliza para su disposición final celdas a donde llega todo el material, En promedio cada micro ruta recolecta 16 TON en temporada normal, mientras que, en temporadas de mayor permanencia de turistas en la ciudad, se aumenta considerablemente. Los días que requieren un mayor uso del tiempo son lunes y martes debido a la acumulación de los residuos del fin de semana teniendo como efecto que cada turno se extiende de 8 a 10 o 12 horas de operación (Polanco & García, 2019)

### **2.3. ECONOMÍA CIRCULAR**

La **Economía Circular** tiene como objetivo lograr que el valor de los productos y materiales se mantenga durante el mayor tiempo posible en el ciclo productivo. Para esto, el modelo busca que los residuos y el uso de recursos se reduzcan al mínimo y que se conserven dentro de la economía cuando un producto ha llegado al final de su vida útil, con el fin de volverlos a utilizar repetidamente y seguir creando valor. (Departamento Nacional de Planeación, 2016)

Dentro de la dinámica de los flujos de materiales se identifican dos tipos de ellos. Por una parte, encontramos los **nutrientes biológicos** que pueden reincorporarse de manera natural a la biosfera con total seguridad y ayudar a constituir el capital natural. Ejemplo de estos son: los residuos de alimentos y residuos orgánicos agrícolas que, al ser sometidos a técnicas de tratamiento, pueden ser incorporados a la naturaleza como fertilizantes y nutrientes que mejoran la calidad de

los suelos mejorando sus condiciones para la agricultura o también se pueden ser fuente de materia en la generación de energía renovable para uso industrial.

Por otra parte, se encuentran los **nutrientes técnicos** los cuales están diseñados para circular con alta calidad dentro del entorno sin degradarse fácilmente lo cual implica que no se incorporan a la biosfera pero que no abandonan el ciclo de vida de los productos, sino que se incorporan a otros productos o son reutilizados.

Existen diversos mecanismos de creación de valor no vinculados al consumo de recursos finitos que son proporcionados en el modelo de economía circular, ya sea que se regeneran dentro del ciclo biológico o se recuperan y restauran cuando hacen parte del ciclo técnico.

- Dentro del **ciclo biológico**, los materiales hacen parte de distintos procesos naturales para producción de capital natural (compostaje, digestión anaeróbica, biogás) con lo cual se regeneran los materiales descartados, pese a participación humana o sin que esta sea necesaria.
- **En el ciclo técnico**, intervienen un flujo de energía disponible, la mediación humana que permite la recuperación mediante diversos recursos (reutilización, aprovechamiento, tratamiento, entre otros) y reacondiciona el orden dentro una escala temporal planteada. (Ellen MacArthur Foundation, 2013)

A continuación, se pueden observar los principios de la economía circular, que explican la razón de su funcionamiento.

## Ilustración 12 Principios de la Economía Circular

Ecoconcepción	Considera los impactos medioambientales a lo largo del ciclo de vida de un producto y los integra desde su concepción.
Ecología industrial y territorial	Establecimiento de un modo de organización industrial en un mismo territorio, caracterizado por una gestión optimizada de los <i>stocks</i> y de los flujos de materiales, energía y servicios.
Economía de la funcionalidad	Privilegiar el uso frente a la posesión y la venta de un servicio frente a la venta de un bien.
Segundo uso	Reintroducir en el circuito económico aquellos productos que ya no se corresponden a las necesidades iniciales de los consumidores.
Reutilización	Reutilizar ciertos residuos o ciertas partes de los mismos que todavía pueden funcionar para la elaboración de nuevos productos.
Reparación	Encontrar una segunda vida a los productos estropeados.
Aprovechamiento	Aprovechar los materiales que se encuentran en los residuos.
Valorización (tratamiento)	Aprovechar energéticamente los residuos que no se pueden reciclar.

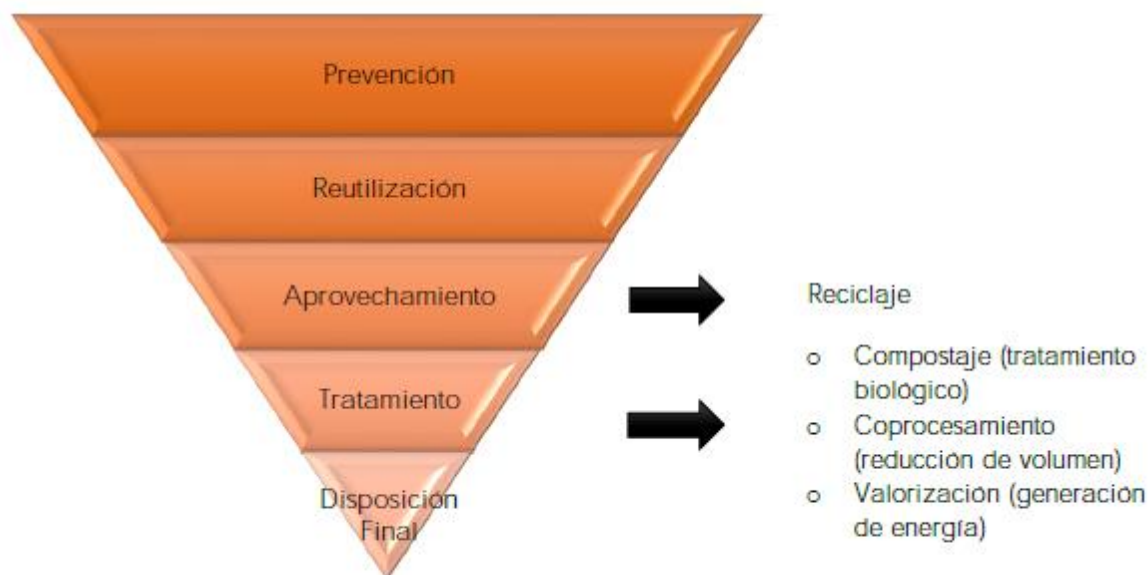
Fuente (Ellen MacArthur Foundation, 2013)

En consecuencia, junto a los anteriores principios existe el Concepto de **jerarquía en la gestión de los residuos** que consiste en pensar en el manejo integral en todo su ciclo para lograr su utilidad, lo cual comprende su generación, separación en la fuente, recolección, transferencia y transporte, aprovechamiento, tratamiento y su disposición final.

El modelo conceptual parte de una pirámide invertida en la cual se establecen en primer lugar las disposiciones para prevenir que se generen residuos, lo cual se convierte en el propósito primordial de una política que se dirige a un modelo de economía circular, situación que puede resultar utópica. Por lo anterior, el orden de prioridad consiste en reducir al máximo la producción de residuos sólidos, un ejemplo de ello es la reutilización, Dando paso a continuación al aprovechamiento, entendido como reciclaje.

Una vez cumplida la anterior etapa, el flujo de residuos no aprovechables debe entrar en una etapa de tratamiento que puede consistir en: (a) la reincorporación de los materiales a procesos productivos (por ejemplo, la digestión anaeróbica o el compostaje); (b) la valorización del residuo a través de generación de energía; o (c) la reducción del volumen (por ejemplo, compactación mecánica). La última medida en el flujo de residuos es la disposición final, ya sea en rellenos sanitarios o mediante incineración para su reducción de volumen, pero sin obtener valor energético. En orden de prioridad, esta medida es el último recurso que se debe disponer para los residuos sólidos que han pasado por cada una de las etapas anteriores.

**Ilustración 13. Jerarquía de los residuos**



Fuente: CONPES (Departamento Nacional de Planeación, 2016)

De manera complementaria se encuentra el enfoque que se denomina Marco Analítico de los dos triángulos, el cual fue desarrollado por ONU Hábitat para una gestión integrada y sostenible de los residuos sólidos. Este marco es un diagrama conceptual que se construye con dos triángulos que se interceptan en sus vértices como lo hacen las alas de una mariposa. De manera que cada triángulo maneja un componente ya sea físico o de gobernabilidad en donde se distinguen tres aspectos para cada componente.

- a) **Componentes físicos** de los sistemas de gestión de residuos sólidos (triángulo de la izquierda): que involucra aspectos como: a) La recolección de residuos como premisa de salud pública, b.) la eliminación ecológica (que se ocupa de los aspectos ambientales) y c.) el aprovechamiento (las 3R reducir, reutilizar, reciclar) que tiene como prioridad la valoración del residuo y en el agotamiento de los recursos.
- **Componentes de gobernabilidad** (triángulo de la derecha): Involucra los aspectos como: a). la inclusión, b) la sostenibilidad financiera y c). la existencia de instituciones sólidas y políticas proactivas (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2016)

**Ilustración 14. Marco Analítico de los dos triángulos**



Fuente: CONPES (Departamento Nacional de Planeación, 2016)

La inclusividad se refiere a la formalización de la actividad laboral del reciclaje, la inclusión de las personas que desarrollan la actividad de aprovechamiento de los residuos dentro de la prestación en el servicio público de aseo y apoyo a la movilidad social de los recicladores de oficio lo cual se refiere al mejoramiento de la calidad de vida de las familias que se dedican a este oficio. Con este aspecto se también se considera la relevancia de su labor para la sociedad al desviar los flujos de residuos que potencialmente se destinarían a los rellenos sanitarios y su aporte a la mitigación en el cambio climático.

#### **2.4. EL RECICLAJE**

El manejo de residuos sólidos a través del reciclaje es de vital importancia en la protección y conservación del medio ambiente (Hormiga & Pabucence, 2016). Es por esto que ha permitido aplicar alternativas de sostenibilidad social, económica y ambiental, de modo que permiten el mejoramiento de la calidad de vida de comunidades vulnerables y como base fundamental para identificar las potencialidades de la población a partir de diagnósticos que junto a proyectos que apoyen la protección del medio ambiente y en este caso particular por medio de la población de recicladores informales para reglamentar las condiciones de seguridad laboral en torno a esta actividad y realizar la evaluaciones técnicas periódicas que garanticen la operatividad de plantas de reciclaje para mejorar sus desempeño ambiental.

En el tema de reciclaje se encuentra inmersa la teoría de las tres R's puesto que hace referencia a los conceptos de Reducir, Reciclar y Reutilizar, en este caso la pasantía se orientó a la

segunda R, entendiendo el reciclaje como la actividad de usar como materia prima los residuos por medio de un proceso de transformación obteniendo como resultado un nuevo producto de tal forma que requiere de cierto gasto de energía en el proceso (Ramírez & Ávila, 2015)

El reciclaje comienza a partir del cambio del pensamiento de que a cierto producto una vez usado y cumplido con la función para la que fue hecho se le acaba la vida útil y que en ese momento hay que desecharlo. El reciclaje busca reusar y reutilizar lo que queda de dichos productos considerados como “desechos” y transformarlos en nuevos productos o volver a formar parte útil del mismo, aportando una serie de beneficios como: ambientales, económicos, sociales, legales, estéticos, entre otros, como se muestra en el párrafo siguiente (Bendek, 2011).

- **Beneficios ambientales:** La vida del ser humano debe girar en torno a la protección del medio ambiente, procurando siempre alcanzar el desarrollo sostenible. Este es uno de los beneficios más importantes, puesto que con el reciclaje se disminuye la explotación de recursos naturales, el empleo de sustancias químicas perjudiciales para el ambiente y se disminuye la cantidad de residuos depositados en vertederos o relleno sanitarios.

- **Aspectos económicos:** Los materiales recuperados o reciclados pueden comercializarse, con lo cual aumentan las posibilidades que por lo menos se pueda recuperar la inversión en los procesos de recuperación y reciclaje. Además, se obtiene un ahorro en costos de producción por el menor precio de compra de la materia prima reciclada respecto a la materia prima virgen.

- **Beneficios sociales:** El reciclaje es una fuente de empleo donde principalmente se benefician los recicladores informales, quienes ven en él la oportunidad de mejorar sus condiciones de vida. Además, los municipios mejoran su imagen por medio de la “cultura de la no basura”.



Las normas de referencia como la familia de las ISO 9000 y 14000, incentivan la adopción de un enfoque basado en procesos en el sistema de gestión, siendo este uno de los principios básicos para la obtención eficiente de resultados relativos a la satisfacción del cliente (interno y externo) y demás partes interesadas. En ésta se propone una metodología básica, que permite la configuración del sistema de gestión por medio del diseño e implantación del enfoque basado en procesos (Alcaldía de Villavicencio, 2015).

El **enfoque basado en procesos** tiene en cuenta que estos son un conjunto de actividades que transforman elementos de entrada en resultados, siendo estos elementos insumos materiales, financieros, humanos e informacionales que por medio de una secuencia transformativa de operaciones o actividades en donde se les incorpora valor, son transformados en resultados; además enfatiza como los resultados que se desean obtener, se pueden alcanzar de manera más eficiente si se consideran las actividades agrupadas entre sí, considerando a su vez que dichas actividades deben permitir una transformación que aporta valor, al tiempo que se ejerce un control sobre ellas. De esta forma, se favorece al proceso de mejora continua (Alcaldía de Villavicencio, 2015). Este enfoque conduce a una organización hacia una serie de actuaciones tales como:

- Definir de manera sistemática las actividades que componen el proceso.
- Identificar la interrelación con otros procesos.
- Definir las responsabilidades respecto al proceso.
- Analizar y medir los resultados de la capacidad y eficacia del proceso.
- Centrarse en los recursos y métodos que permiten la mejora del proceso (Dos Santos &

Wehenpohl, 2001)

De esta forma, al ejercer un control continuo sobre los procesos individuales y sus vínculos dentro del sistema, se pueden conocer los resultados que obtienen cada uno de los procesos y cómo los mismos contribuyen al logro de los objetivos generales de la organización. A raíz del análisis de los resultados de los procesos y sus tendencias, se permite además centrar y priorizar las oportunidades de mejora.

## **2.5. ARQUITECTURA SOSTENIBLE**

Se entiende por construcción sostenible el conjunto de medidas pasivas y activas, en diseño y construcción de edificaciones, que permiten alcanzar los porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía señalados en la presente resolución, encaminadas al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad ambiental y social. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y territorio, 2015).

La definición de edificaciones sostenibles es amplia y cubre un amplio rango de aspectos (Corporación Financiera Internacional, 2013). Los aspectos típicos que caben dentro del espectro de edificaciones sostenibles incluyen:

- Eficiencia energética
- Eficiencia en agua
- Materiales de construcción de baja energía embebida
- Calidad del ambiente interior
- Sostenibilidad del emplazamiento

- Edificaciones y entorno exterior
- Sostenibilidad Urbana

En la definición de construcción sustentable se integran consideraciones económicas, sociales y culturales, entre otras. Sin embargo, el énfasis principal reside en el impacto ecológico de las construcciones. Complementan este concepto elementos como la densidad poblacional, economía nacional, estándar de vida, geografía, riesgos naturales, producción, suministro de energía, estructura del sector constructivo y calidad de los edificios existentes. (Corporación De desarrollo Tecnológico, 2005).

Sin embargo, existe, una dicotomía entre lo que es la arquitectura sustentable y la arquitectura Ecológica. Un edificio ecológico es aquel que tiene un impacto medioambiental significativamente reducido y que proporciona un ambiente interior beneficioso para la salud de las personas. (Ching & Shapiro, 2015) El objetivo aquí consiste en obtener un impacto medioambiental significativamente menor y mejores condiciones para la salud de las personas que en un edificio hipotético similar, proyectado sin prestar atención a las “características ecológicas”. En ambos casos observamos que se involucran aspectos concernientes a un impacto ambiental bajo, la calidad ambiental el bajo consumo de agua y energía y en el caso de la arquitectura ecológica la salud de las personas. La respuesta a la pregunta de qué es un edificio ecológico continuará cambiando y evolucionando en paralelo a nuestros propios estándares sobre qué impactos medioambientales son aceptables y que niveles de salud son aceptables. (Ching & Shapiro, 2015).

### 2.5.1. CARGAS Y CAPAS

Se denominan cargas a los elementos del exterior que, en cierta medida, ejercen tensiones o afectaciones para los edificios y para los usuarios (Ching & Shapiro, 2015), entre ellas tenemos las temperaturas extremas, que es la causa por la cual se calienta o se refrigera un edificio. Existen cargas que ejercen deterioros, ante las cuales se demanda protección, ellas pueden ser de orden físico, químico, biológico o antropogénico.

**Tabla 1 Cargas**

Físicas	Asentamientos Fallas geológicas Lluvias Nieve Golpes Viento Sol Defectos de materiales Cambio cargas vivas Movimientos telúricos Luz Oscuridad
Químicas	Sales Gases contaminantes
Biológicas	Hongos insectos Animales o plagas Vegetación parasita
Antropogénicas	Residuos solidos Vandalismo Defectos por diseño Uso inadecuado Ruido Contaminación atmosférica Contaminación lumínica

Fuente: Elaboración propia en base a (Ching & Shapiro, 2015)

Se denomina “**capa de protección**” a aquellos elementos de la edificación que ejercen protección de las cargas, como por ejemplo el aislamiento térmico de un muro, al igual que el revestimiento exterior de un edificio como un quiebrasol o una puerta con aislamiento sonoro. Otras capas son de **protección selectiva**, permitiendo el paso de algunos elementos deseables y que filtran otras cargas. Por ejemplo, las ventanas permiten el paso de la luz y moderan las temperaturas extremas, o un mosquitero que permite el paso del aire y filtra a los insectos

### 2.5.2.Principios

1. **Utilizar múltiples capas.** Este principio se refiere al uso de múltiples capas para mejorar la eficiencia de la protección frente a las distintas cargas. Por ejemplo, la filtración de aire es decisiva para las cargas de calefacción y refrigeración
2. **Trabajar del exterior al interior.** Por ejemplo, para atenuar la acción de los fuertes vientos es posible trabajar en el contexto con barreras de árboles, manejo de la topografía, quiebra vientos y barreras en fachada, la forma de la edificación.
3. **Asegurar la continuidad de cada una las capas.** Este principio se refiere a mantener la continuidad de elementos como la envolvente térmica, es decir si un muro es interrumpido por una puerta, la puerta debe tener un filtro o aislante térmico que garantice la estabilidad térmica.
4. **Enfoque holístico,** Este principio hace referencia a la capacidad capaz de comprender el edificio y su entorno como un todo y analizar todos los componentes de afuera adentro.

5. **proyecto integrado.** Este principio implica la necesidad de participación de todos los actores vinculados al proyecto. Este enfoque colaborativo pretende asegurar que todos los agentes contribuyen a mejorar el comportamiento ecológico del edificio.
6. **Los costes.** Implica la necesidad de pensar las soluciones económicas a largo plazo lo cual implica pensar en los costos de mantenimiento de las soluciones planteadas.

### 2.5.3. Objetivos, estrategias acciones de sustentabilidad

**Tabla 2. Objetivos Estrategias y acciones de sustentabilidad**

	OBJETIVOS	ESTRATEGIAS	ACCIONES
Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitigar el impacto negativo de la intervención urbana en el ciclo natural del agua.</li> <li>• Aprovechar las aguas lluvias y residuales, reducir su aporte a las corrientes hídricas, sistemas de alcantarillado y la escorrentía superficial.</li> <li>• Minimizar los vertimientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener o disminuir los niveles de escorrentías para evitar la sobrecarga del sistema de alcantarillado pluvial.</li> <li>• Captar aguas lluvias e implementar sistemas de aprovechamiento para disminuir el consumo de agua potable.</li> <li>• Fomentar el reúso de aguas residuales y reducir los niveles de contaminación de las mismas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de cubiertas para recolección de agua lluvia para ser aprovechada en sanitarios y mantenimiento de las instalaciones.</li> <li>• Aprovechamiento de aguas generadas por escorrentía para generar humedal artificial que ayude a la educación ambiental en torno al cuidado del agua</li> </ul>
Energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover el uso eficiente de la energía.</li> <li>• Integrar fuentes renovables y nuevas formas de energías en los proyectos urbanos.</li> <li>• Contribuir a la mejora de las condiciones de confort, calidad de vida y seguridad que ofrecen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso eficiente de energía en alumbrado público y exterior.</li> <li>• Incorporar en espacios abiertos fuentes de energías renovables para el suministro de energía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechamiento de la luz natural para realización de actividades en horas diurnas.</li> <li>• Aprovechar la orientación solar para disminuir la radiación solar que afecte</li> </ul>

	los espacios de disfrute de los usuarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporar criterios de diseño en el trazado urbano para el aprovechamiento solar.</li> <li>• Minimizar el efecto de la radiación solar en superficies duras de áreas libres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluir sistemas de ventilación pasiva por convección</li> <li>• Utilización de paneles fotovoltaicos que ayuden al aprovechamiento de la energía en alumbrado y equipos de oficina</li> </ul>
Material y Residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir la generación de residuos sólidos y garantizar su adecuado manejo.</li> <li>• Mitigar los efectos de la isla de calor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de residuos en el espacio público.</li> <li>• Recuperación y reuso de residuos sólidos provenientes de los procesos constructivos y de demolición (RCD).</li> <li>• Promover la utilización de materiales constructivos de la región para disminuir costos de traslado y fomentar la producción local.</li> <li>• Fomentar el uso de materiales que generen el menor impacto ambiental en superficies duras del espacio urbano.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de materiales procedentes de la reutilización de residuos sólidos</li> <li>• Generación de capas de Aislamiento mediante el uso de aislamientos generados a partir del aprovechamiento Residuos sólidos.</li> <li>• Generación de coberturas vegetales que creen microclimas como capa aislante del calor para el proyecto</li> </ul>
Infraestructuras Verdes y Servicios Ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliar hábitats naturales, articulados a la estructura ecológica principal.</li> <li>• Proteger y restaurar el hábitat natural existente.</li> <li>• Contribuir a la disminución del efecto de isla de calor.</li> <li>• Reducir el impacto ambiental que genera el desarrollo de proyectos urbanos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechar y respetar las condiciones geográficas del territorio.</li> <li>• Proponer nuevos hábitats naturales que se integren a los existentes.</li> <li>• Generar propuestas para la preservación e incorporación de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechamiento de la topografía y espacios altos para generar microclimas al interior de la edificación.</li> <li>• Incentivar el uso de especies vegetales nativas que ayuden a la generación de microclimas mediante sombra.</li> </ul>

		los hábitats naturales existentes.	• Generación de espacio público y poca ocupación del terreno
Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitigar los efectos negativos higrotérmicos y de contaminación.</li> <li>• Reducir los efectos de la isla de calor.</li> <li>• Garantizar niveles adecuados de calidad del aire durante el ciclo de vida del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar herramientas de diseño que integren las variables del clima.</li> <li>• Utilizar las áreas libres para mitigar las consecuencias negativas de la contaminación y efecto isla de calor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de espacios altos que permitan la reventilación natural.</li> <li>• Utilización de áreas exteriores para generar áreas de actividad complementarias a la edificación</li> </ul>
Ocupación Sostenible del Terreno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover el uso eficiente del suelo.</li> <li>• Incluir la implantación de edificios sostenibles.</li> <li>• Favorecer la conectividad urbana eficiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomentar un modelo de ciudad densa, compacta y permeable...</li> <li>• Promover la integración del proyecto urbano a la infraestructura vial y de espacio público existente, favoreciendo la movilidad no motorizada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de una edificación compacta que permita el aprovechamiento eficiente del suelo</li> <li>• Generación de conectividad y tejido urbano con áreas cercanas Generación de espacio público y equipamiento en torno a la reflexión de la sostenibilidad ambiental</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

## 2.6. MARCO LEGAL

Mediante el decreto 596 (11 abril de 2016) Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio se busca un reconocimiento tangible a la labor del reciclador convirtiéndolo en pieza clave dentro del servicio público de aseo. El decreto define el esquema de operación de la actividad de aprovechamiento de



residuos sólidos en el marco del servicio público de aseo y el régimen de transición de las organizaciones de recicladores de oficio como personas prestadoras (Sánchez, 2007).

Muchas organizaciones están buscando maneras de entender, demostrar y mejorar su desempeño ambiental. Esto se puede alcanzar con una gestión eficaz de aquellos elementos de sus actividades, productos y servicios que puedan tener un impacto significativo en el medio ambiente. La Evaluación del Desempeño Ambiental (EDA), objeto de esta Norma Internacional, es a la vez, un proceso y una herramienta de gestión interna diseñada para proporcionar continuamente a la dirección información fiable y verificable para determinar si el desempeño ambiental mediante indicadores ambientales de una organización está cumpliendo con los criterios establecidos por la dirección de dicha organización (Martínez & Fernández , 2008).

La normatividad actual referente a la conservación del medio ambiente y la responsabilidad principal del gobierno sobre las acciones que mitiguen y controlen los residuos sólidos y que aseguren un trabajo con condiciones dignas, así como los beneficios para las personas que deciden colaborar con esta labor se mencionan a continuación: Declaración universal de los derechos humanos (ONU, 1948) La declaración universal de los derechos humanos es el primer documento que condensa una serie de derechos humanos básicos y libertades fundamentales aplicables al ser humano, Entre la normatividad relacionada con el tema base de estudio se deben tener en cuenta.

### **Tabla 3. Marco Legal**

CONPES 3874 DE 2016

A través del cual el país adoptó la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos a 2030, con el objetivo de “Implementar la gestión integral de residuos sólidos como política nacional de interés social, económico, ambiental y sanitario, para contribuir al

fomento de la economía circular, desarrollo sostenible, adaptación y mitigación al cambio climático”.

DECRETO LEY 2811 DE 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
LEY 99 DE 1993	Crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
LEY 511 DE 1999	Por la cual se establece el Día Nacional del Reciclador y del Reciclaje”. Y se refiere también a la responsabilidad de algunas entidades públicas como el SENA, ICBF, las alcaldías municipales, en el apoyo que deben brindar para el desarrollo y capacitación de los recicladores
LEY 142 DE 1994	“Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.” Art15. Personas que prestan servicios públicos habla sobre las personas naturales o jurídicas que produzcan para ellas mismas, o como consecuencia o complemento de su actividad principal, los bienes y servicios propios del objeto de las empresas de servicios públicos.
DECRETO 1077 DE 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio”
DECRETO 596 DE 2016	“Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones”
DECRETO 2981 DE 2013	Por la cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo” Art.82: en el cual se dictan los propósitos del aprovechamiento y habla sobre garantizar la participación de recicladores de oficio, en

la actividad de recuperación y aprovechamiento, con el fin de consolidar productivamente estas actividades y mejorar sus condiciones de vida.

Título II Art.88: PGIRS habla sobre la incorporación y fortalecimiento de manera permanente y progresiva de las acciones afirmativas a favor de la población recicladora.

Art.96: obligaciones de los municipios y distritos habla sobre el deber de formalizar la población de recicladora de oficio, para que participe de manera organizada y coordinada en la prestación del servicio público en la actividad del aprovechamiento.

RESOLUCIÓN 0754 DEL 2014

“Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualizaciones de los planes de gestión integral de residuos sólidos”.

4.4.8: El programa de inclusión de recicladores de oficio tendrá por objeto incorporar y fortalecer de manera permanente y progresiva las acciones afirmativas a favor de la población recicladora existente en el municipio de acuerdo con el censo de recicladores.

Anexo A: lineamientos para la elaboración de censos de recicladores

LOS ARTÍCULOS 2.3.2.1.1 Y 2.3.2.2.8.78, DE LA PARTE 3 DEL TÍTULO 2 DEL DECRETO 1077 DE 2015

El aprovechamiento como actividad complementaria del servicio público de aseo, comprende la recolección de residuos aprovechables separados en la fuente por los usuarios, el transporte selectivo hasta la estación de clasificación y aprovechamiento o hasta la planta de aprovechamiento, así como su clasificación y pesaje. Estas actividades pueden ser prestadas por las personas que se organicen conforme al artículo 15 de la Ley 142 de 1994 y están sujetas a la inspección, vigilancia y control de la Superintendencia de Servicios públicos.

NTC-ISO 14031

Gestión ambiental, Evaluación de Desempeño Ambiental, Directrices.

NTC-ISO 14001

Norma internacional de sistemas de gestión ambiental (SGA), que ayuda a su organización a identificar,

	priorizar y gestionar los riesgos ambientales, como parte de sus prácticas de negocios habituales.
NORMA TECNICA COLOMBIANA GTC 24	Gestión Ambiental Residuos Sólidos. Guía para separación en la fuente
RESOLUCIÓN 631 DE 2015	Como nueva norma de vertimiento nacional, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible el 17 de marzo de 2015, por la cual se establecen los límites máximos permisibles de contaminantes en los vertimientos puntuales a cuerpos de Agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público a nivel nacional.
LEY 373 DE 1997 ART. 1,5 Y 15	Por el cual se establece el programa de uso eficiente y ahorro del agua.  En todo plan ambiental se debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua, y debe ser obligatorio el reusó del agua mediante la implementación tecnología de bajo consumo de agua.
POLÍTICA NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA	Prevención y mitigación del impacto, aumento de eficiencia industrial, indicadores.
LEY 1715 DE 2014	"Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional."
RESOLUCIÓN 1457 de 2010	Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas y se adoptan otras disposiciones.
LEY 697 DE 2001	La planta debe estipular un programa de uso racional y eficiente de la energía
DECRETO 3450 DE 2008	Se dictan medidas tendientes al uso racional y eficiente de la energía eléctrica, Promueve el uso racional y eficiente de energía en las empresas en las diferentes actividades empresariales

Fuente: elaboración propia.

Es de anotar que el capítulo séptimo del Decreto 1713 de 2012 se encuentran enmarcados los parámetros del sistema de aprovechamiento de residuos sólidos, con el cual se plantea garantizar la participación de los recicladores y del sector solidario, en las actividades de recuperación y aprovechamiento, con el fin de consolidar productivamente estas actividades y mejorar sus condiciones de vida.

Por su parte el Código Nacional de Policía establece los comportamientos contrarios a la limpieza y recolección de residuos y escombros relacionados con las malas prácticas habitacionales. En este decreto se menciona que las personas deberán empacar y depositar en forma separada los residuos materiales, tales como papal, cartón, plástico y vidrio.

A su vez el Decreto único reglamentario del sector vivienda, salud y territorio y el Decreto 596 de 2016, expedido para reglamentar la Ley 1077 de 2015, este decreto modifica y adiciona el anterior en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de recicladores de oficio y se dictan otras disposiciones.

Igualmente, en Villavicencio se institucionalizó mediante Acuerdo 048 de 2009, en su artículo segundo el “Día Decente con el Medio Ambiente”, se realizará el día lunes de la última semana de los meses de abril, agosto y noviembre.

## **2.7. ESTADO DEL ARTE**

La realización de investigaciones desde las aulas de instituciones de educación superior en ha sido interés, especialmente en el plano internacional, por ejemplo, (Dos Santos & Wehenpohl,

2001) realizaron una investigación sobre los “De pepenadores y triadores. El sector informal y los residuos sólidos municipales en México y Brasil”. En el cual se elaboró un análisis de la participación del sector informal en el manejo de los residuos sólidos municipales (RSM) en los dos países, a partir de la incidencia en el campo social, económico y ambiental, estos fueron clasificados en un núcleo de tres sectores llamados informales, formales e informales ilegales.

Las estructuras del sector informal en el manejo de los RSM en México son bastante complejas, en este análisis se realizó una interacción socio ambiental entre algunos actores y su rol, donde se estimó que existen entre 25 a 30 mil pepenadores en los tiraderos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Entre ellos hay niños, ancianos, campesinos emigrados, ex-convictos y principalmente familias que no desean trabajar en empresas. Esta actividad, aunque menospreciada por muchos, es importante para la sociedad, ya que evita que toneladas de RSM aumenten en los basureros, y suministra casi en su totalidad las materias primas que deben ser recicladas en las industrias de papel, plástico, aluminio, fierro y vidrio. Es importante que en la estrategia para llevar a cabo sistemas de Gestión Integral de RSM se incorpore a este sector, buscando soluciones que permitan a los pepenadores continuar con su trabajo, pero en condiciones que ayuden a reducir los impactos negativos al medio ambiente (Dos Santos & Wehenpohl, 2001)

En Brasil una de las formas de organizar al sector informal en el manejo de los RSM son las cooperativas y asociaciones de pepenadores y triadores, que representan una buena alternativa para la creación de empleos y gozar de determinados apoyos por parte del gobierno local y estatal, por tanto, alcanzan una modificación positiva para la situación socioeconómica y ambiental (Dos Santos & Wehenpohl, 2001)

Por otro lado, un estudio realizado por (Yepes, Vélez, & Gómez, 2008), se identificaron diversos factores asociados a la productividad del reciclador, dentro de los cuales vale la pena

destacar: la forma de obtener los productos recuperados, los mecanismos de recolección y transporte utilizados, el tratamiento que se da al material y su comercialización los cuales impactan de diferentes formas al trabajo de la población. La información fue obtenida con una muestra de 209 recicladores de la ciudad de Medellín, Colombia, la cual se convierte en una línea base para definir intervenciones en el corto y mediano plazo, que impacten favorablemente a la población recicladora, contribuyendo a la sostenibilidad de la ciudad.

Para el año 2009 (Troschinetz & Mihelcic, 2009) realizaron un estudio sobre “Reciclaje sostenible de los residuos sólidos urbanos en los países en desarrollo” en el cual, la investigación se centró en Veintitrés estudios de caso que proporcionaron tasas de generación y recuperación de residuos sólidos municipales (RSU) y composición para su compilación y evaluación. Lo que resultó en el desarrollo de componentes que influyen en el reciclaje de residuos sólidos en los países en desarrollo, las relaciones necesarias y beneficiosas entre estos factores, revelaron la naturaleza colaborativa de la gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos (MSWM) por sus siglas en inglés y la Existencia de una correlación entre la participación de las partes interesadas y las tres dimensiones de la sostenibilidad: medio ambiente, sociedad y economía.

Igualmente, se toma como referencia de la base de datos de E-libro, con el trabajo titulado “Indicadores para el Diagnóstico Ambiental de las entidades de CUBACAR” realizado por la investigadora (Vilches, 2012). En el que su objetivo es definir los indicadores de impacto a tener en cuenta en la evaluación ambiental en las acciones que se desarrollan en la empresa. La metodología utilizada y propuesta para la evaluación ambiental, se realizó mediante la necesidad de establecer y utilizar los indicadores propios de los procesos para evaluar la importancia de los impactos, en el que se inició con elementos de caracterización y datos generales de la entidad, seguido de las normas y regulaciones que deben cumplir, análisis de los factores ambientales como

el manejo del agua, manejo de energía (electricidad y combustible), equipos de climatización y refrigeración, la determinación de las acciones generadoras de impactos y por último se identificó las principales actividades que generan algún tipo de impacto, donde se realizó una matriz de Acciones-Factores (matriz causa-efecto) y se evaluó los indicadores ambientales para cada una de las acciones y factores analizados en la matriz causa-efecto según los descritos para cada uno de ellos (Vilches, 2012)

En el plano nacional hay que mencionar a (Marmolejo, Torres, Oviedo, García, & Díaz, 2017) quienes analizaron el funcionamiento de cinco plantas de manejo de residuos de cabeceras municipales del Norte de Valle del Cauca, en las cuales se encontró que aunque presentaron deficiencia en su operación, aspectos como la existencia de mercado para sus productos, las posibilidades de generación de empleo y los costos evitados al no tener que enviar residuos a rellenos sanitarios regionales, justifican su continuidad. El análisis se realiza desde la perspectiva de la gestión integrada y sostenible de los residuos, identificándose aspectos que muestran la conveniencia de su funcionamiento y sugiriendo elementos clave para fortalecerlo (Marmolejo et al., 2011).

En el año 2012 el investigador Diego Madueño Ruiz. Realizo un estudio basado en el “proceso de formalización de recicladores y la reproducción de las condiciones de desigualdad en la microempresa Fuerza Emprendedora Lima Norte (FELN)”, donde escogió una metodología de investigación cualitativa para reunir la información. En un sentido exploratorio, en el cual se decidió realizar entrevistas a 12 recicladores perteneciente a la empresa FELN, para conocer afondo el discurso y la información que cada uno de los actores que quería transmitir desde la posición en que se encontró durante el proceso de formalización. Se realizó entrevistas semiestructuradas y personales a cada uno de los miembros con la idea de conocer como los recicladores involucrados



en el proceso de formalización recolectan los materiales, sus vínculos con los vecinos, la segregación de los materiales y como los comercializan: en síntesis, las prácticas laborales de estos trabajadores (Madueño, 2012).

Para el año 2015 se realizó un “Diagnóstico ecológico y económico de la cadena de suministros para el reciclaje de plásticos en el contexto empresarial cubano”, el cual fue elaborado por Michael Cespón, Roberto Castro, Gretel Cúrvelo y Daylí Covas, por tanto, el objetivo del estudio se basó en realizar un diagnóstico estratégico de la gestión del reciclaje de plásticos, en el que se integraron las dimensiones económicas y medioambientales. Para conseguir este propósito se utilizaron los procesos de pensamiento desarrollados dentro de la teoría de las restricciones los cuales se fortalecen con el análisis del ciclo de vida, técnicas estadísticas y métodos multicriterio discretos. Los resultados del diagnóstico demostraron la necesidad de rediseñar, las decisiones estratégicas teniendo en cuenta los criterios económicos integrados con los medioambientales con el fin de lograr un desempeño sostenible de la cadena de suministros estudiada (Cespón, Castro, Curbelo, & Covas, 2015)

### 3. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1. REFERENTES PROYECTUALES

##### 3.1.1.Planta de tratamiento de residuos / Battleroig

La Planta para el Tratamiento de Residuos (CTRV, en español) se encuentra en una colina con vistas al macizo de Vacarisses, en el barrio del Vallès Occidental. Este sitio está actualmente ocupado por un confinamiento controlado de residuos, el cual está llegando a su límite de capacidad. Este hecho ha provocado que la entidad gestora considere reglamentar el cierre de la instalación y estudiar los posibles usos futuros para la zona.

##### **Ilustración 15. Implantación planta de residuos Battleroig**

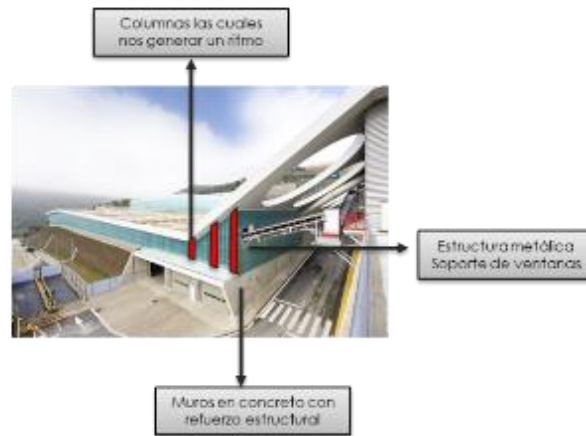


Fuente: (Abdel , 2020)

##### 3.1.1.1. Análisis Estructural

La estructura del proyecto se conforma por muros y columnas en hormigón y acero, combinándola con una estructura metálica (denominada estructura mixta), que permite generar grandes luces para aprovechar el espacio. En cuanto a su cubierta es lo suficientemente resistente para aguantar la carga de la cubierta verde y como respuesta medioambiental generando también puntos verdes y permitiendo el ingreso de luz a la edificación.

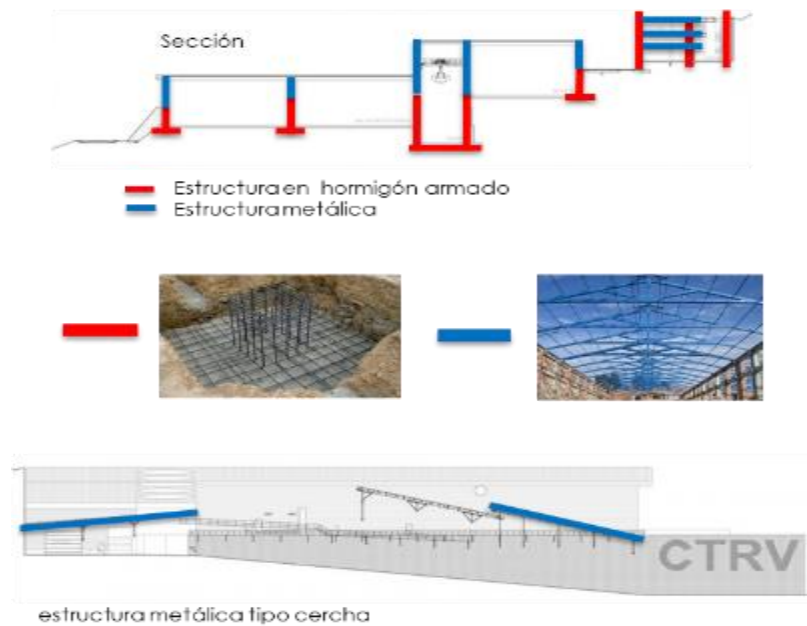
### Ilustración 16. Análisis estructural planta de residuos Battleroig



Fuente: Elaboración propia en base a (Abdel , 2020)

Las estructuras mixtas de acero y hormigón son a aquellas estructuras resistentes que poseen secciones mixtas, es decir secciones resistentes en las cuales el acero estructural (Estructuras Metálicas) y el hormigón (Estructuras de Hormigón Armado) trabajan en forma solidaria.

### Ilustración 17. Estructura planta de residuos Battleroig

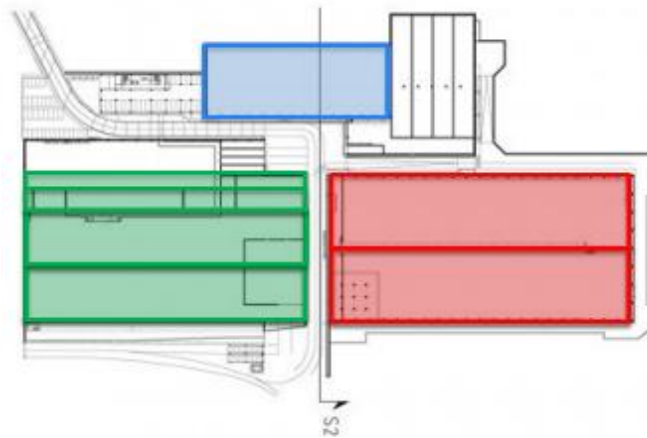


Fuente: Elaboración propia en base a (Abdel , 2020)

### 3.1.1.2. Análisis funcional

El edificio utiliza el agua y la energía generada por la propia planta. El agua proviene principalmente de la recolección de aguas lluvia y la energía necesaria se obtiene a partir del biogás generado por los residuos encontrados en los vertederos vecinos de Coll Cardús.

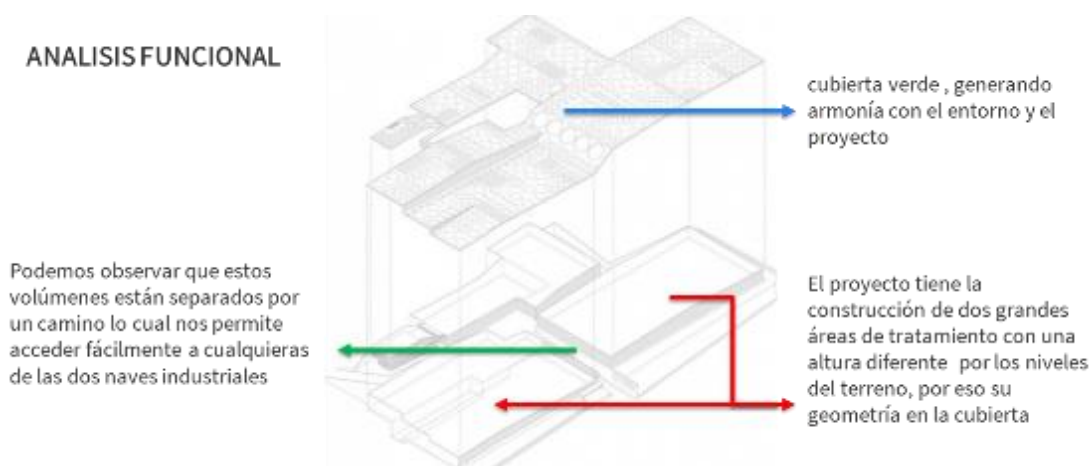
**Ilustración 18. Zonificación planta de residuos Battleroig**



Tres espacios cada uno con sus ejes y su distribución de columnas que permitirán grandes luces, conocidos como naves industriales

Fuente: Elaboración propia en base a (Abdel , 2020)

**Ilustración 19. Análisis funcional planta de residuos Battleroig**

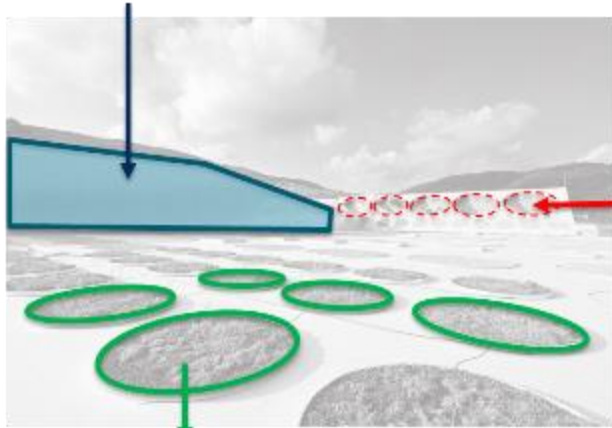


Fuente: Elaboración propia en base a (Abdel , 2020)

El edificio utiliza el agua y la energía generada por la propia planta. El agua proviene principalmente de la recolección de aguas lluvia y la energía necesaria se obtiene a partir del biogás generado por los residuos encontrados en los vertederos vecinos de Coll Cardús.

### Ilustración 20. Iluminación planta de residuos Battleroig

La edificación cuenta con grandes ventanales los cuales nos permite el fácil acceso de la luz natural, reduciendo así consumo energético



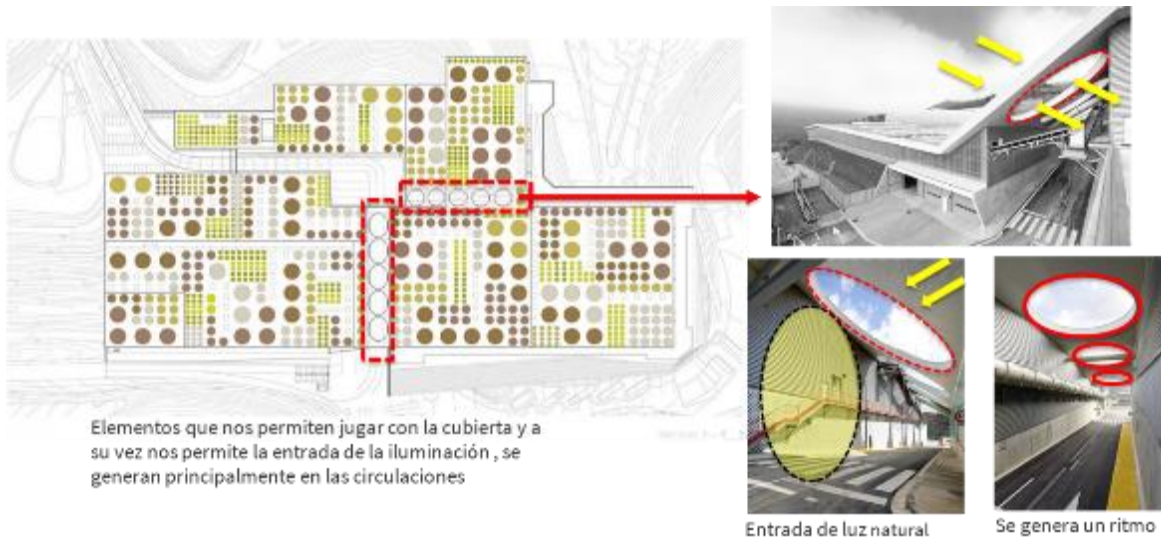
Elementos que permiten el ingreso de luz a la edificación podemos observar que se genera un ritmo

Observamos en la cubierta una simetría, donde se generan espacios verdes para la integración y la ayuda al medio ambiente

Fuente: Elaboración propia en base a (Abdel , 2020)

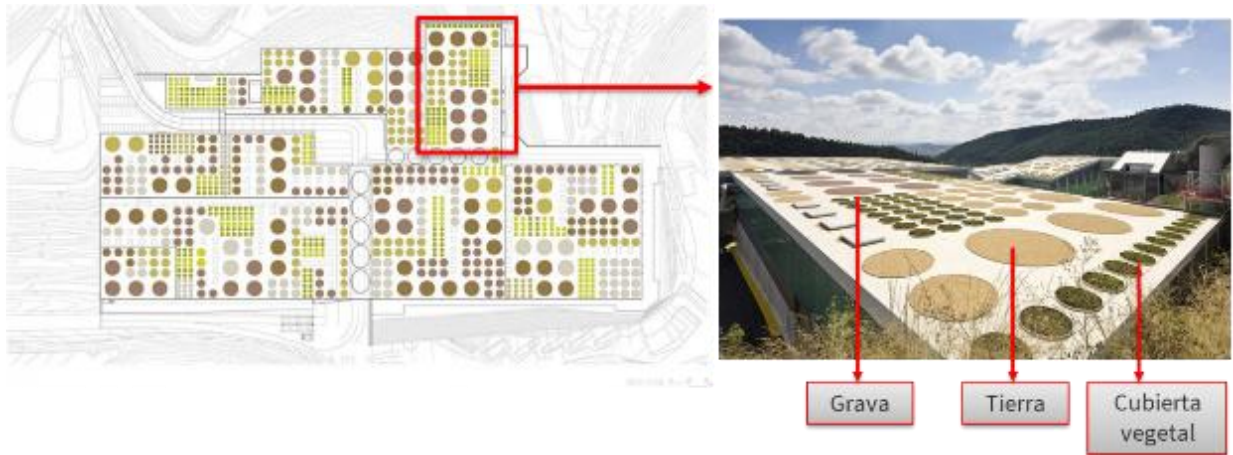
Se encuentra un ritmo y armonía en la cubierta, generado por espacios verdes los cuales permiten grandes aperturas de luz al interior y su integración con una fuerte adaptación al terreno.

### Ilustración 21. Composición planta de residuos Battleroig



Fuente: Elaboración propia en base a (Abdel , 2020)

### Ilustración 22. manejo formal planta de residuos Battleroig



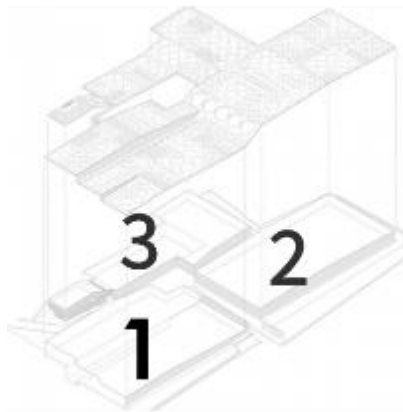
Fuente: Elaboración propia en base a (Abdel , 2020)

### 3.1.1.3. Análisis morfológico

En cuanto a su forma la edificación, cuenta con 3 volúmenes los cuales están integrados con el entorno, ya que sus formas horizontales permiten su integración al paisaje, también se genera una cubierta verde con materiales, grava tierra y capa vegetal nativa.

Se observa que se crean formas lineales, que se mimetiza bien con el entorno ya que se pretende armonizar con las montañas y no sobresalir por encima de ellas, sino que la edificación se trata de integrarse a su entorno.

### **Ilustración 23. Análisis Morfológico planta de residuos Battleroig**



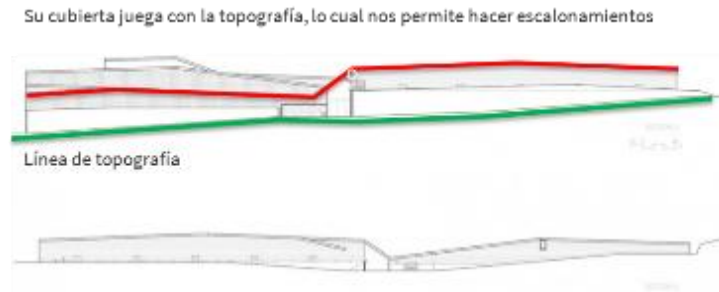
Fuente: Elaboración propia en base a (Abdel , 2020)

Su cubierta permite el equilibrio con líneas de horizonte las cuales se integran hacen que en su cubierta verde se amplíe la perspectiva del paisaje generando armonía con el entorno. Se observa que, la edificación está construida a partir de rectángulos los cuales están divididas por sus circulaciones.



Acorde con la topografía se crea un escalonamiento debido a su, que hace que su forma modele el paisaje circundante sin crear una disruptiva con este.

### **Ilustración 24. Manejo topográfico planta de residuos Battleroig**



Fuente: Elaboración propia en base a (Abdel , 2020)

### **3.1.2. Planta de gestión de residuos del mercado central de abastos de Barcelona**

Esta planta de gestión de residuos del Mercado Central de Abastos de Barcelona (España), de 6675 metros cuadrados, es una apuesta pionera por tratar de responder a las necesidades de los comerciantes y compradores de Mercabarna. Con un concepto único a nivel mundial, no sólo apunta a la calidad total sino también al compromiso con la protección del medio ambiente.

### **Ilustración 25. Central de Abastos de Barcelona**



Fuente: (Abdel , 2020)



## Ilustración 26. Zonificación Central de Abastos de Barcelona

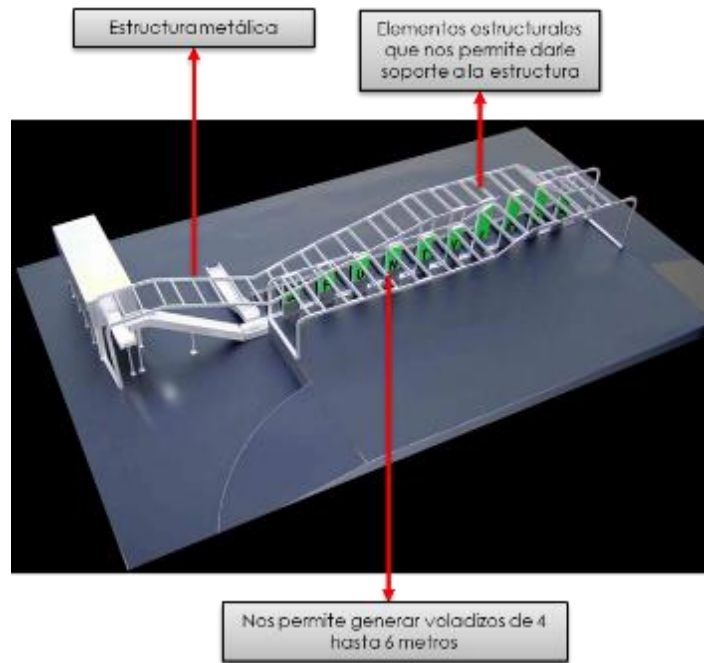


Fuente: Elaboración propia en base a (Abdel , 2020)

### 3.1.1.1. Análisis estructural

La estructura que conforma el proyecto es una estructura metálica es decir que en su mayoría son perfiles de acero, los cuales son utilizados habitualmente en el sector industrial debido a que aportan excelentes características para la construcción.

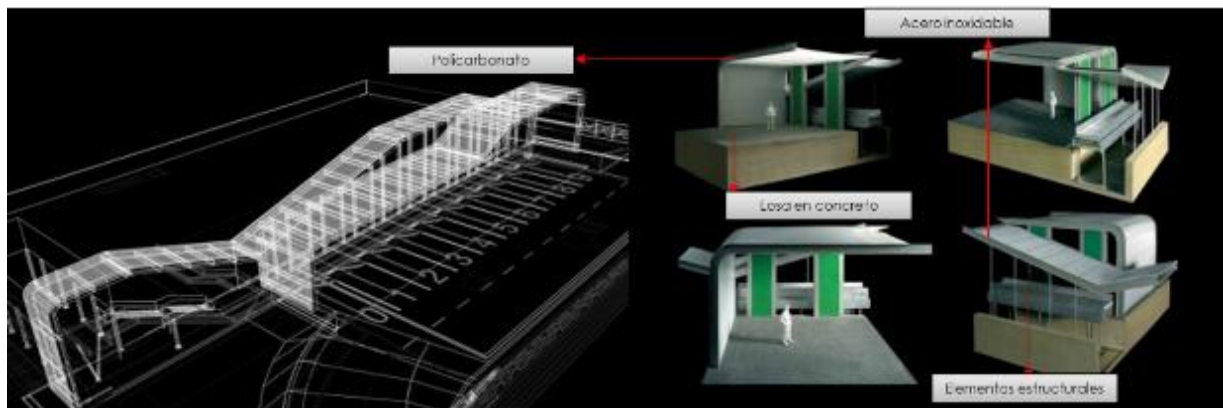
### Ilustración 27. Análisis estructural Central de Abastos de Barcelona



Fuente: Elaboración propia en base a (Abdel , 2020)

Esta armazón se recubre con planchas metálicas de acero inoxidable en el exterior de los módulos estructurales, y policarbonato en el interior de la cubierta.

### Ilustración 28. Estructura Central de Abastos de Barcelona

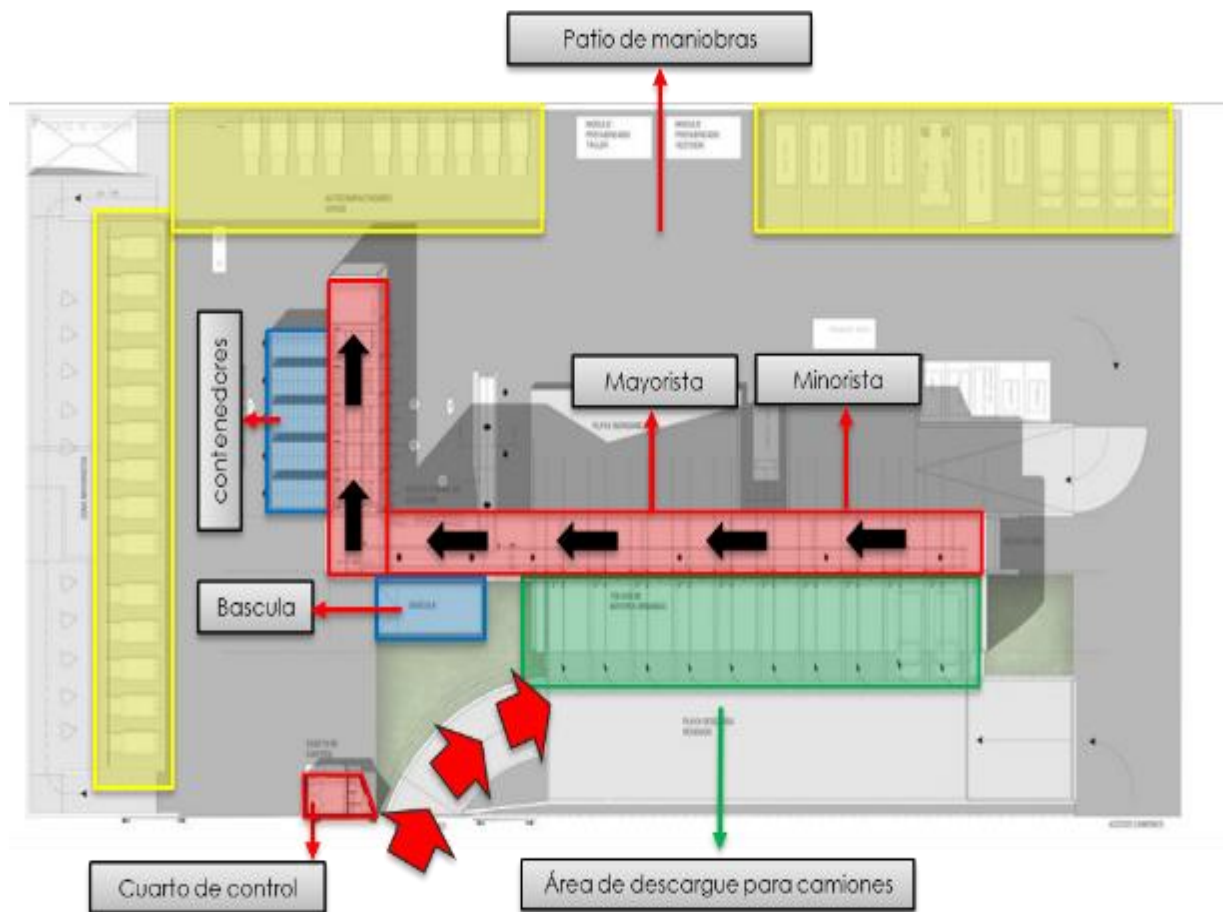


Fuente: Elaboración propia en base a (Abdel , 2020)

### 3.1.1.2. Análisis funcional

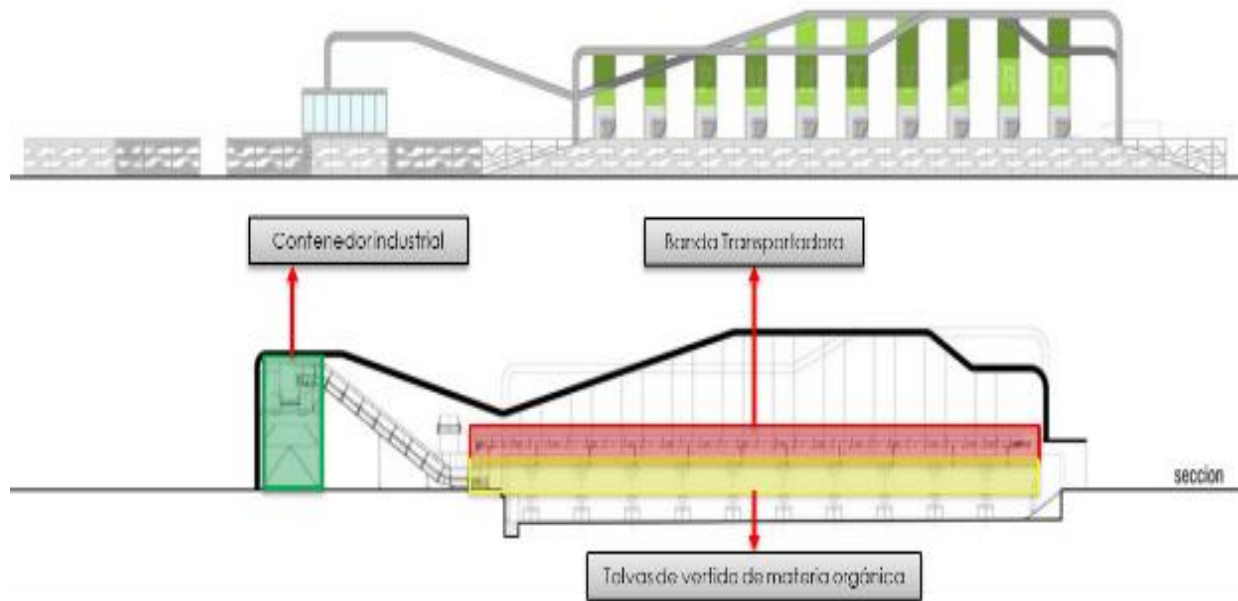
La construcción posee dos áreas bien definidas que forman una “L”: una para los comerciantes mayoristas y la otra para los minoristas. Los residuos son transportados mediante unas cintas, y son llevados hasta la cabina de selección donde son separados por categorías. Compuestas por las cintas de transporte de material hasta la cabina de selección, un gran container industrial, en donde separan los residuos en cuatro categorías: madera, cartón, plástico, y material desechable.

**Ilustración 29. Análisis funcional Central de Abastos de Barcelona**



Fuente: Elaboración propia en base a (Abdel , 2020)

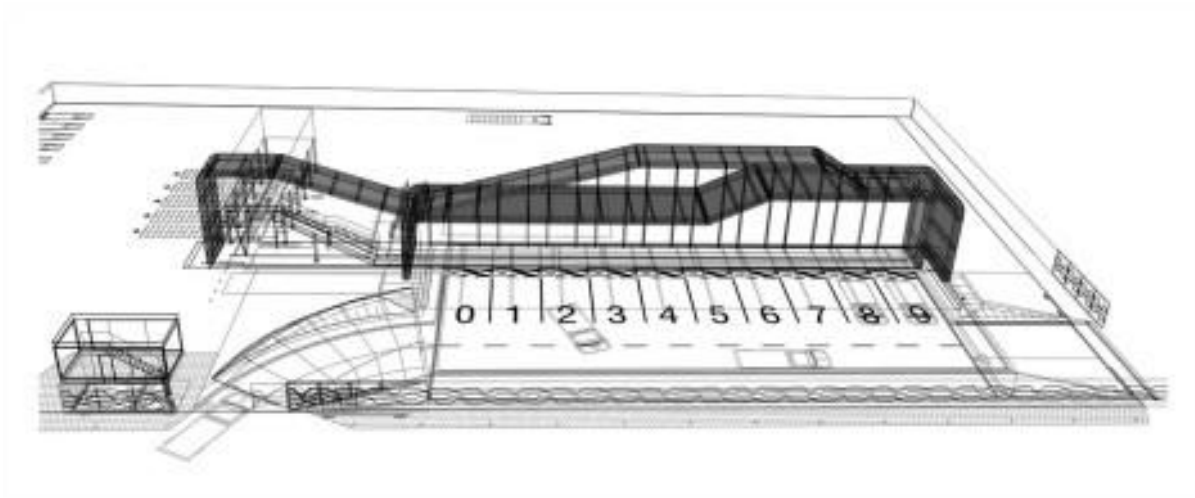
### Ilustración 30. Análisis funcional corte alzado Central de Abastos de Barcelona



Fuente: Elaboración propia en base a (Abdel , 2020)

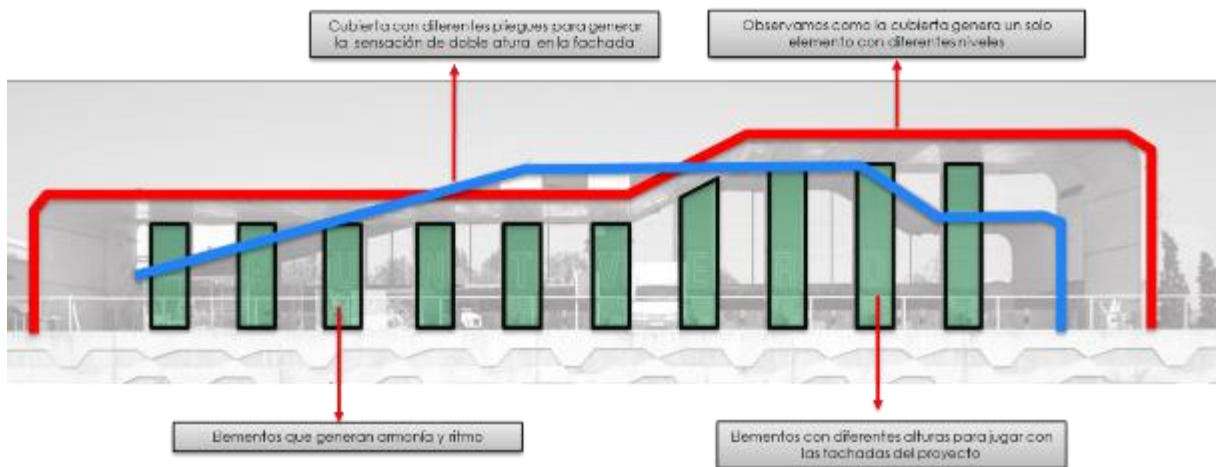
En cuanto a su forma presenta la arquitectura de pliegue: es la parte estructurada donde un conjunto de conceptos, definiciones, cualidades y pensamientos se fusionan para producir un esquema interdisciplinario donde sus elementos se adaptan a las diferentes configuraciones teóricas, físicas y matemáticas sobre una superficie o espacio definido o indefinido.

### Ilustración 31. Morfología Central de Abastos de Barcelona



Fuente: Elaboración propia en base a (Abdel , 2020)

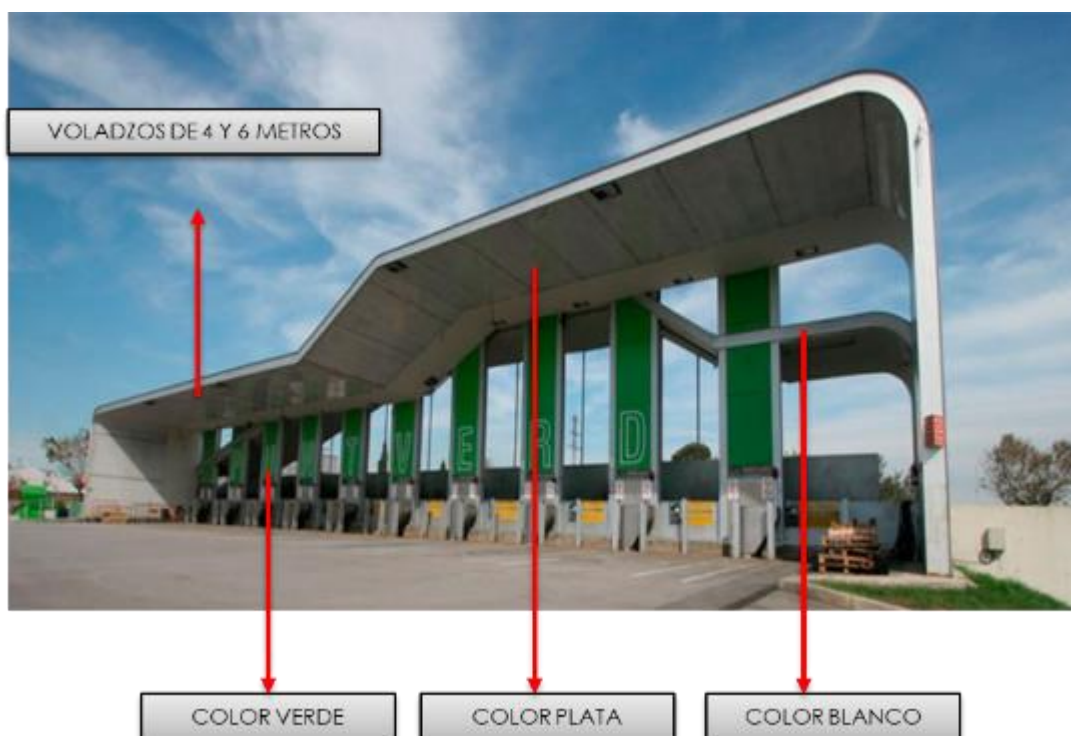
### Ilustración 32. Composición Central de Abastos de Barcelona



Fuente: Elaboración propia en base a (Abdel , 2020)

La construcción ha sido ideada de modo que facilite a los usuarios el reconocimiento de la zona a la que deben ir, donde los colores (verde, plata y blanco) dan una bienvenida al visitante y parecen rendirle tributo a la naturaleza.

### Ilustración 33. análisis formal Central de Abastos de Barcelona



Fuente: Elaboración propia en base a (Abdel , 2020)

Esta planta en la noche y a la lo lejos llama la atención puesto que, por su altura y su diseño estructural, parece que su función fuera distinta a una estación de aprovechamiento de residuos, su fachada bien iluminada y estética lo cual enmarca un hito para la ciudad.



### Ilustración 34. Relación con espacio publico



Fuente: (Abdel , 2020)

### 3.2. CRITERIOS DE DISEÑO DERIVADOS DEL ANÁLISIS

De acuerdo al anterior análisis de referentes proyectuales se pueden determinar los siguientes criterios de diseño:

#### Aspectos funcionales

- Delimitación de áreas funcionales claramente definidas, (administración, clasificación, almacenamiento, procesamiento)
- Circulación segregada de tráfico vehicular y peatonal
- Grandes aperturas que facilitan la instalación y reparación de maquinaria industrial
- Prioridad a la seguridad industrial
- Materiales y acabados resistentes al desgaste

#### Aspectos Estructurales

- Uso de tipología de nave industrial
- Uso de estructuras de acero y hormigón que permiten grandes luces.
- Preferencia de materiales de la región o de fácil adquisición

- Instalaciones Técnicas a la vista que faciliten la fácil reparación y mantenimiento
- Estructuras esbeltas que permiten la iluminación y ventilación natural

### **Aspectos morfológicos**

- Uso de formas sencillas en donde prima la función de la edificación
- Armonía con el paisaje y la topografía
- Orientación para aprovechamiento de la luz solar y evitar la radiación solar
- Tipología continua y compacta
- Aprovechamiento como hito en la ciudad
- Detonante de conformación de ciudad

### **Aspectos medioambientales**

- Uso de tecnologías ambientalmente limpias
- Mimetización con el paisaje circundante
- Inclusión de la vegetación como elemento de protección
- Generación de espacio público
- Aprovechamiento del agua, y energía solar en la generación y reducción de energía

### **3.3. ¿Qué es una ECA? Estación de Clasificación y Aprovechamiento de residuos sólidos.**

Es una instalación técnicamente diseñada con criterios de ingeniería y eficiencia económica, dedicadas al pesaje y clasificación de los residuos sólidos aprovechables, mediante



procesos manuales, mecánicos o mixtos y que cuenten con las autorizaciones ambientales a que haya lugar. (Departamento Nacional de Planeación, 2016)

### **3.3.1. Requisitos mínimos para las estaciones de clasificación y aprovechamiento**

Los requisitos mínimos para las estaciones de clasificación y aprovechamiento (ECA). Las estaciones de clasificación y aprovechamiento deberán cumplir como mínimo con los siguientes requisitos:

1. Contar con el uso del suelo compatible con la actividad.
2. Contar con una zona operativa y de almacenamiento de materiales cubierta y con cerramiento físico con el fin de prevenir o mitigar los impactos sobre el área de influencia.
3. Contar con el respectivo diagrama de flujo del proceso incluidos la recepción, pesaje y registro.
4. Contar con medidas de seguridad industrial.
5. Contar con áreas para:
  - Administración
  - Recepción
  - Pesaje
  - Selección y clasificación
  - Almacenamiento temporal de materiales aprovechables

- Almacenamiento temporal para materiales de rechazo incluidos aquellos de rápida biodegradación.

6. 6. Contar con instrumentos de pesaje debidamente calibrados de acuerdo con lo dispuesto en el Decreto 1074 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y Turismo",
7. Contar con un sistema de control de emisión de olores.
8. Contar con un sistema de prevención y control de incendios.
9. Contar con sistemas de drenaje para las aguas lluvias y escorrentía subsuperficial.
10. Contar con sistema de recolección y tratamiento de lixiviados cuando sea del caso.
11. Contar con pisos rígidos y las paredes que permitan su aseo, desinfección periódica y mantenimiento mediante el lavado.
12. Estar vinculado al servicio público de aseo como usuario, para efectos de la presentación y entrega de rechazos con destino a disposición final.

### **3.3.2. Áreas mínimas para las estaciones de clasificación y aprovechamiento**

#### **Área de recepción:**

Corresponde a la zona de ingreso del material que cuenta con propiedades de aprovechamiento. En esta zona se permite el tránsito de vehículos para el descargue del material.

**Área de administración:**

Esta área corresponde a la zona administrativa del proyecto; en ella funciona la oficina en donde se lleva el registro y control del producto entrante a la ECA, así como los datos económicos de la comercialización de estos.

**Pesaje:**

Es la zona en donde se realiza el pesaje de los materiales efectivamente aprovechables.

**Área de clasificación y selección:**

Corresponde a la zona en la cual se puede realizar la actividad de recuperación de material efectivamente aprovechable.

**Almacenamiento:**

Zona en la cual se almacena el material efectivamente aprovechable.

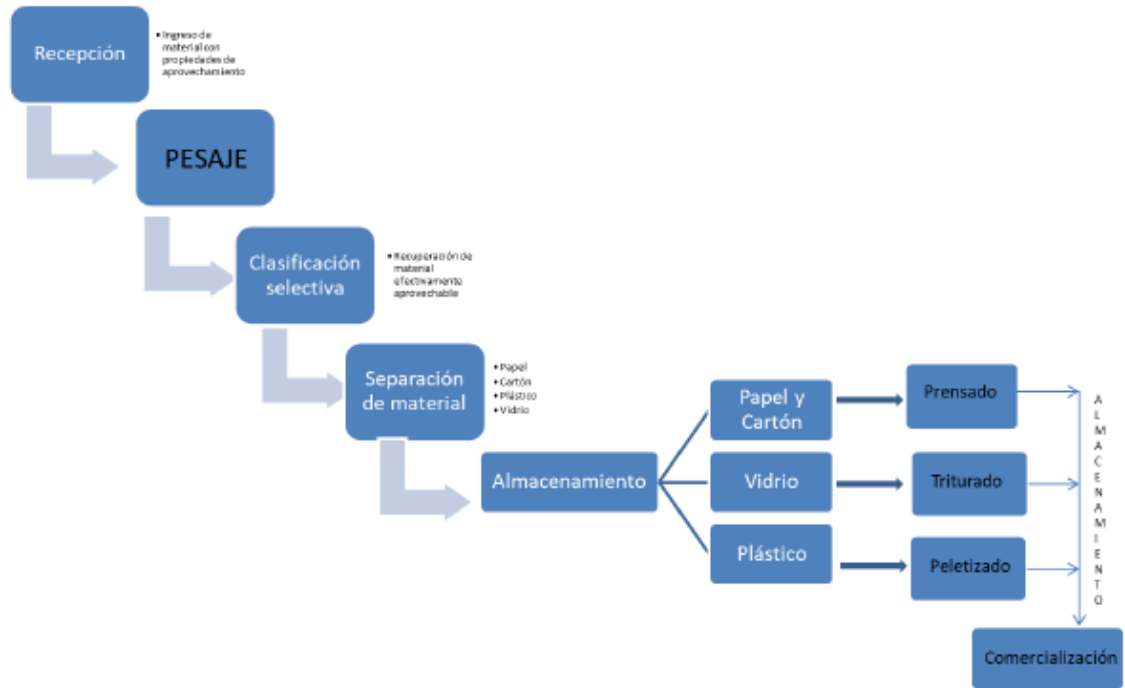
**Área de rechazo:**

Corresponde al área de almacenamiento temporal del material que no fue efectivamente aprovechado, el cual va a disposición final.

**Área de Cargue:**

Corresponde a la zona dispuesta para el cargue de material almacenado que será comercializado.

### Ilustración 35. Diagrama de Flujo de una ECA



Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

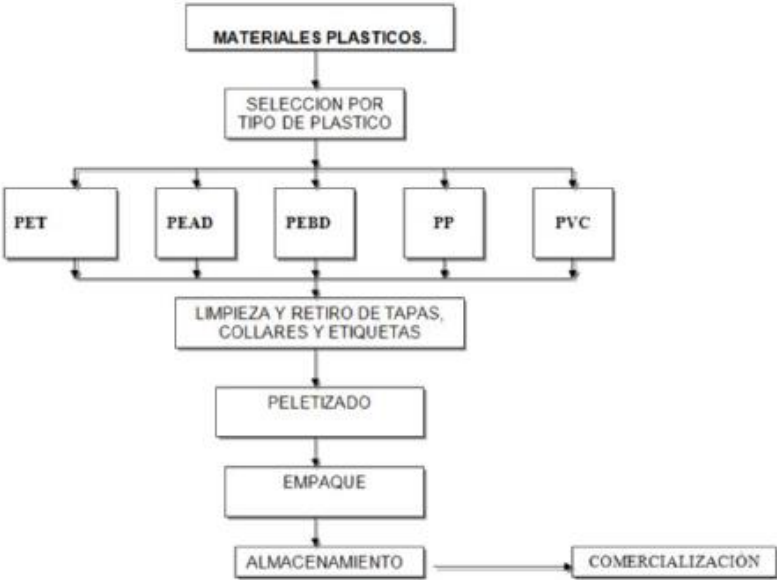
### 3.3.3. Ciclo de aprovechamiento de materiales en una ECA

Para el diseño de la ECA a realizar, se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

Para proyectos de aprovechamiento de residuos sólidos se deben tener en cuenta factores que determinan el desarrollo de la actividad, tales como: crecimiento poblacional, hábitos de generación de residuos definidos en una producción per – cápita (PPC), porcentaje de aprovechamiento de la población objeto de Lineamientos para la construcción de estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos – ECA 28 estudio, caracterización de residuos sólidos y porcentaje de aprovechamiento acorde a los materiales obtenidos en la caracterización.

3.3.3.1. Ciclo de clasificación de Plásticos

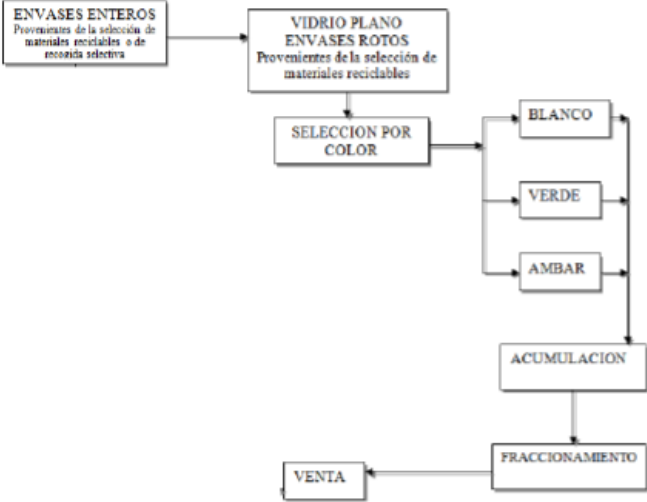
Ilustración 36. Flujograma de Plásticos



Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

3.3.3.2. Ciclo de Clasificación del Vidrio

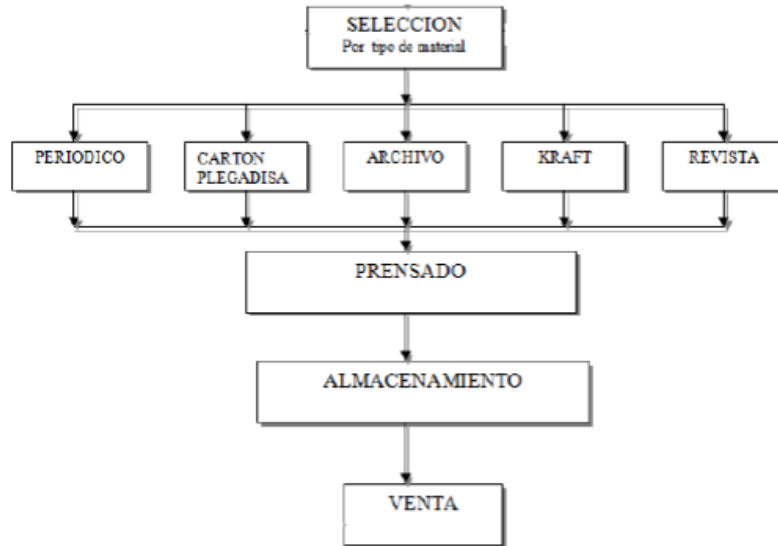
Ilustración 37. Flujograma de Vidrio



Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

### 3.3.3.3. Ciclo de Clasificación del Papel

**Ilustración 38. Flujograma de Papel/Cartón**



Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

### 3.3.4. Maquinaria para el funcionamiento de una ECA

Para el proyecto tipo ECA, se recomienda incluir como mínimo:

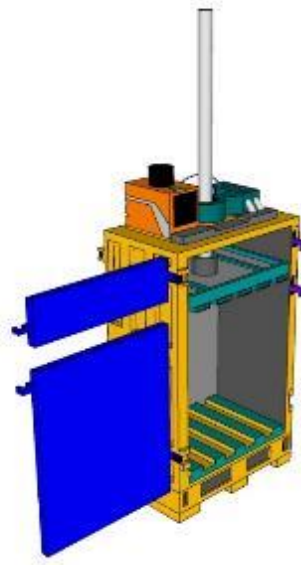
- Dos (2) prensadoras – obligatorias.
- Un (1) montacargas – obligatoria.
- Una (1) trituradora y una (1) peletizadora - opcionales.

Prensadora para papel y cartón:

Las prensadoras están diseñada para soportar altas cargas, las cuales comprimen totalmente restos de papel, cartones grandes, láminas de plástico y demás materiales similares.

Las prensadoras más comunes son el estándar, las verticales y las horizontales.

### **Ilustración 39. Prensa vertical**



Fuente: Elaboración propia

#### **Prensadora estándar**

Por su diseño es utilizada principalmente para el tratamiento y reciclaje de cartón, ampliamente utilizadas para tratar residuos en cantidades grandes. En una sola paca de 500 kg puede compactar cientos de cajas de cartón con tamaño de 1.5 \*.75\* 1.2 mts por paca, la reducción del volumen es cerca de 12:1 para película de plástico o cartón prensado.

#### **Prensadora vertical**

Las empacadoras verticales son alimentadas frontalmente, cuentan con un mecanismo de accionamiento manual y comprimen de arriba hacia abajo.

Las máquinas de empaque vertical pueden ser simples, de un pistón o de doble pistón. Cuentan con una fuerza de compresión entre 20-100Toneladas. La mayoría de los equipos pueden ser fácilmente operados por una sola persona.

### **Prensadora horizontal**

Este tipo de prensas son para altas producciones, las cuales son alimentadas desde la parte superior mediante una banda transportadora (que le permite obtener una mayor tasa de rendimiento y utilidad evitando el factor humano), pueden ser semi o totalmente automatizados. Ideales para prácticamente cualquier tipo de material reciclable; normalmente puede alcanzar una producción que va desde 1 toneladas a 20 toneladas por hora.

Su elevada capacidad de alimentación hace de este tipo de prensa, un equipo ideal para el reciclaje de residuos voluminosos, tales como cartón y muchos otros productos fibrosos.

### **Montacargas:**

Un montacargas es un equipo de elevación que sirve para cargar y transportar materiales de gran peso y tamaño. Lo hace a través de una plataforma que se desliza a lo largo de dos guías rígidas paralelas. Capacidad de carga hasta tres (3) toneladas.



#### **Ilustración 40. Montacargas**



Fuente: Elaboración propia

#### **Trituradora de vidrio:**

Una trituradora es una máquina que procesa un material de forma que produce dicho material con trozos de un tamaño menor al tamaño original.

#### **Ilustración 41. Trituradora de vidrio**



Fuente: Elaboración propia

Las maquinarias más utilizadas son:

- Molino de vidrio por impacto y caída libre: Esta máquina está diseñada para triturar tanto vidrio plano como vidrio hueco, tiene un rendimiento aproximado desde 8 Tn/Hora hasta más de 20 Tn/Hora, dependiendo del modelo y de la granulometría deseada. La

machacadora de vidrio se compone regularmente de una carcasa de acero soldada, de un rotor con martillos de alta resistencia al desgaste y un frontón regulable para variar la granulometría. El rotor es impulsado por correas.

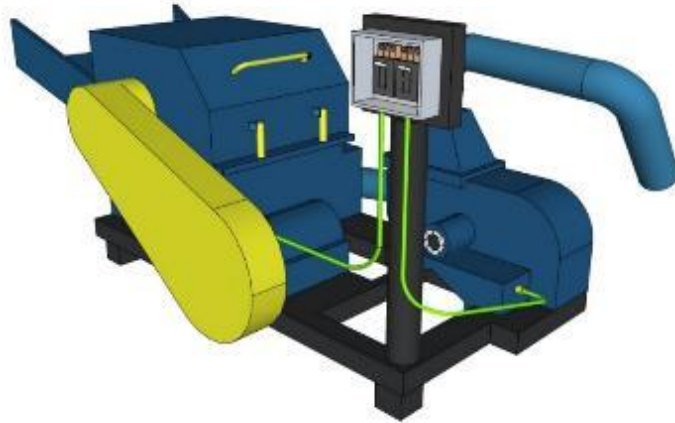
- Molino de vidrio por impacto con rejillas: Máquina diseñada para triturar vidrio con una granulometría baja con un rendimiento de 3 a 7 Tn/Hora aproximadamente, dependiendo del modelo y de la granulometría deseada. Este molino se compone regularmente de una carcasa que esta forrada interiormente con material anti-desgaste y un rotor que puede llevar 32 o 60 martillos dependiendo del modelo, que es impulsado mediante correas.

- Molino de vidrio de rodillos: La trituradora de vidrio está diseñada para triturar piezas de vidrio hueco, con un rendimiento de paso de aprox. 10 Tn/h, varía según la granulometría deseada y la calidad del material. La trituradora de vidrio de rodillos se compone regularmente de una carcasa de acero y dos rodillos recargados con una aportación de material antidesgaste y atornillados en un eje, cada uno de los cuales se acciona con un motor reductor plano. Los rodillos trituradores se alojan elásticamente en la caja mediante un dispositivo de ajuste, con el cual también se compensan las sobrecargas provocadas por las piezas mayores de vidrio sueltas o cuerpos extraños que no se puedan triturar.

### **Peletizadora de plástico:**

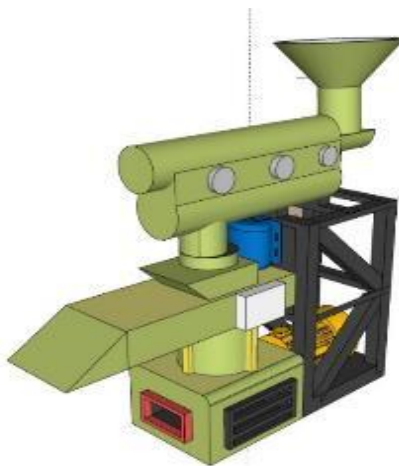
Las peletizadoras son equipos industriales diseñados para la reutilización y transformación de materiales plásticos en sus distintos tipos y formas.

#### **Ilustración 42. Trituradora Plástico PET**



Fuente: Elaboración propia

#### **Ilustración 43. Peletizadora**



Fuente: Elaboración propia

#### 4. MARCO DE CONCEPTUAL

La Estación Autosostenible para la clasificación y el aprovechamiento de Residuos Sólidos en la ciudad de Villavicencio (Meta) se inspira en la mariposa en razón a que durante su proceso de metamorfosis desde larva pupa y posteriormente a adulto o imago sufre dentro de ella una reorganización morfológica y fisiológica que culmina con la formación del insecto (FACULTAD Cs. AGROPECUARIAS – UNC, 2019) lo cual se convierte en un símbolo de transformación total y es así que se desea plantear una analogía con el proceso de transformación que sufre los residuos sólidos reciclados, ya se someten en la planta a un proceso de cambio, de ser objeto que genera contaminación a ser un material que puede ser reutilizado nuevamente y tener una vida útil.

**Ilustración 44. Metamorfosis de la Mariposa**



Fuente: Elaboración propia

Los insectos con metamorfosis completa como las mariposas antes de alcanzar el estado adulto, pasan por un estado posterior al de larva, llamado pupa. En este estado el insecto no se alimenta y los procesos vitales se hallan limitados. Durante este período ocurren dos procesos conocidos como histólisis e histogénesis que permiten la transformación de la larva en el individuo adulto, propio de su especie. Así, una oruga defoliadora, con aparato bucal masticador, se transformará en una delicada mariposa, que libará néctar y jugos azucarados con su aparato bucal chupador en espiritrompa. (FACULTAD Cs. AGROPECUARIAS – UNC, 2019).

En el proceso denominado histólisis ciertos tejidos y órganos se disponen de manera diferente para formar nuevas estructuras. En el caso de las mariposas, sólo el sistema nervioso, el vaso dorsal y algunas porciones del aparato digestivo permanecen inalterables. La **histogénesis** se refiere a la formación y desarrollo de los tejidos orgánicos.

El proceso de conformar nuevas estructuras se desea evocar en los procesos de transformación de los productos al interior de la estación de clasificación como también la reinterpretación de la morfología de este insecto de expresadas en su reinterpretación en la edificación tanto externa como internamente, haciendo de la Planta Recicladora un escenario mucho más dinámico.

Es de anotar que el concepto connotativo considerado con la mariposa que estos insectos son lepidópteros, siendo las más conocidas las mariposas diurnas, pero la mayoría de las especies son nocturnas. Sus larvas se conocen como orugas y se alimentan típicamente de materia vegetal, pudiendo ser plagas importantes para la agricultura (Fonseca, 2012).

A su vez, la mariposa es símbolo de la trascendencia, el renacimiento y la renovación; pero también de la ligereza, la inconstancia y lo efímero de la alegría y la belleza. Por su capacidad de transformación encarna la metamorfosis y las potencialidades del ser. Desde el punto de vista psicológico es la posibilidad del hombre de "renacer", de trascender sus limitaciones terrenales y elevarse a la luz mediante su propia transformación psíquica (Fonseca, 2012) .

Hay que resaltar que en el diseño se realizó una descomposición de la mariposa, tal y como se aprecia en la ilustración 25.

#### **Ilustración 45. Plegaduras a partir de la mariposa**



Fuente: Elaboración propia

#### **4.1. ESTRUCTURALISMO EN LA ARQUITECTURA**

Se denomina es estructuralismo al movimiento que en la arquitectura y la planificación urbana se desarrolló a partir de la mitad del siglo XX como reacción a los postulados de los CIAM (Congresos Internacionales de la Arquitectura Moderna). Sus bases se fundamentan en el estudio de la estructura de los objetos como aspectos metodológicos se basa en donde se da prioridad al análisis de los elementos que lo componen y en la evaluación de las relaciones entre estas partes como ingredientes semiológicos, de tal manera que se «confiere a los usuarios un la articulación por medio de piezas que conforman un lenguaje que permite que el objeto y el ambiente construido puedan ser 'leídos' y 'decodificados'» (Leach, 2005).

Sus exponentes surgen a partir de las publicaciones y memorias en los proyectos de Aldo van Eyck, Alison y Peter Smithson, miembros del grupo Team X. El Estructuralismo como movimiento se manifiesta de dos maneras distintas y particulares que en ocasiones se presentan de forma simultánea: Una corriente se inclina por la «estética del número» formulada por van Eyck en la revista Forum en 1959 —Que toma elementos del crecimiento y disposición del tejido celular—, Otra corriente se expresa a partir de la arquitectura de la «estructura y la coincidencia» formulada por N. John Habraken en 1961.

En el presente trabajo se pretende tomar elementos naturales de la mariposa en cuanto a su estructura orgánica para hacer la reinterpretación en los aspectos morfológicos de la edificación.

## **4.2. ESTRUCTURAS RETICULADAS**

Una estructura reticulada se define como una asociación de elementos o "partes", que se denominan barras, representadas por sus ejes o vectores. Los nudos o nodos de articulación de estas estructuras se conocen como puntos, la cuales permiten la descomposición de los esfuerzos locales existente en las extremidades la barra y las concentración y transmisión de cargas a través de estos. Este tipo de estructuras conocen también como celosías; una estructura reticular de barras rectas interconectadas en nodos, generalmente forman triángulos planos (reticulados planos) o pirámides tridimensionales (en reticulados espaciales). También se les conoce como cerchas o armaduras. La capacidad de este tipo de estructuras es que las barras trabajan predominantemente a compresión y tracción presentando comparativamente flexiones muy pequeñas. (Torres Búa, 2014)

Las estructuras reticuladas generalmente son construidas con materiales resistentes y diversos como: la madera, el aluminio, el acero, entre otros. Los nudos pueden ser articulados o rígidos. En las estructuras reticuladas de nudos articulados la flexión es despreciable siempre y cuando las cargas que soporta la celosía estén aplicadas en los nudos de unión de las barras.



## **5. MARCO DE CONTEXTUAL**

### **5.1. ASPECTOS GENERALES DE VILLAVICENCIO**

Villavicencio es el principal centro de acopio de productos agrícolas y de abastecimiento de la Orinoquia colombiana, tiene una relación cercana con la Capital Bogotá y dista a 90 kms. Aprox. Separada geográficamente por la cordillera oriental. Por ser el punto de confluencia y de conexión con otros centros urbanos es llamada la puerta de los llanos. La mayoría de la actividad laboral se concentran gracias a su la dinámica mercantil y de servicios (sectores no productivos y no transables). Esta gran dinámica y crecimiento ha hecho también que Villavicencio como centro urbano sea un gran generador de residuos sólidos urbanos.

#### **Sector industrial**

La actividad industrial principalmente se da para el abastecimiento de productos de primera necesidad a partir de microempresas, las pequeñas empresas y las medianas empresas (pymes); los principales sectores se encuentran en la producción de alimentos y bebidas, manufacturas de muebles, calzado, reparación automotriz, confección y fabricación de telas, así como la transformación de productos agrícolas como arroz y aceite de palma.

#### **Sector agropecuario**

Actividad está conformada por la agricultura, la ganadería, la caza, la pesca y la explotación de maderables, siendo Villavicencio el principal productor de arroz en el departamento del Meta, También cuenta con otros cultivos como la palma de aceite, el plátano, el algodón, el café y la producción de cítricos.

## **Sector electricidad, gas y vapor**

En este sector se destacan las prestadoras de servicios en Villavicencio como: Llano gas S.A para el suministro de gas domiciliario, la Electrificadora del Meta (EMSA) para el suministro de energía que cubre otros municipios como Cumaral, Acacias y Granada, Gasoil suministra gas para combustión de automotores.

## **Sector construcción**

Es un sector muy dinámico gracias al creciente aumento de la población y expansión urbana de la ciudad, Se caracteriza principalmente por la construcción de viviendas, de obras públicas y obras civiles de origen privado. Este sector genera gran cantidad de residuos Sólidos de Construcción.

## **Sector turismo**

Por estar cercana a Bogotá es un destino accesible para la población capitalina con una gran oferta y como sitio de confluencia de otros centros urbanos en la Orinoquía y principal centro de prestación de servicios en los llanos orientales genera una gran actividad hotelera: La generación de residuos sólidos se incrementa en las temporadas de mayor actividad turística.

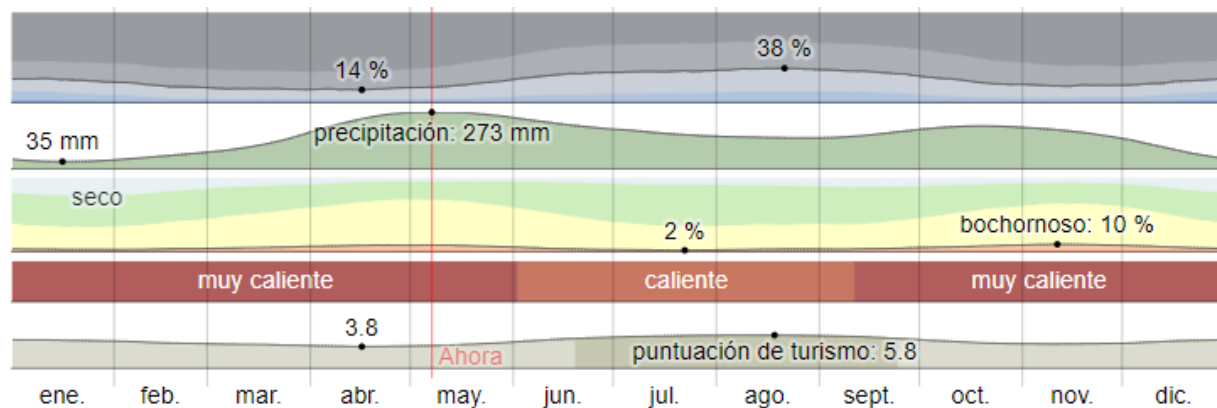
## **5.2. ASPECTO CLIMATICO DE VILLAVICENCIO**

En Villavicencio, los veranos son cortos, muy caliente y generalmente nublados y los inviernos por el contrario son cortos, calientes, muy húmedos y parcialmente nublados. Durante

el año, la temperatura generalmente varía de 20 °C a 32 °C y rara vez baja a menos de 16 °C o sube a más de 34 °C.

La mejor temporada para permanecer en Villavicencio es desde mediados de junio hasta finales de septiembre.

**Ilustración 46. Resumen Clima Villavicencio**



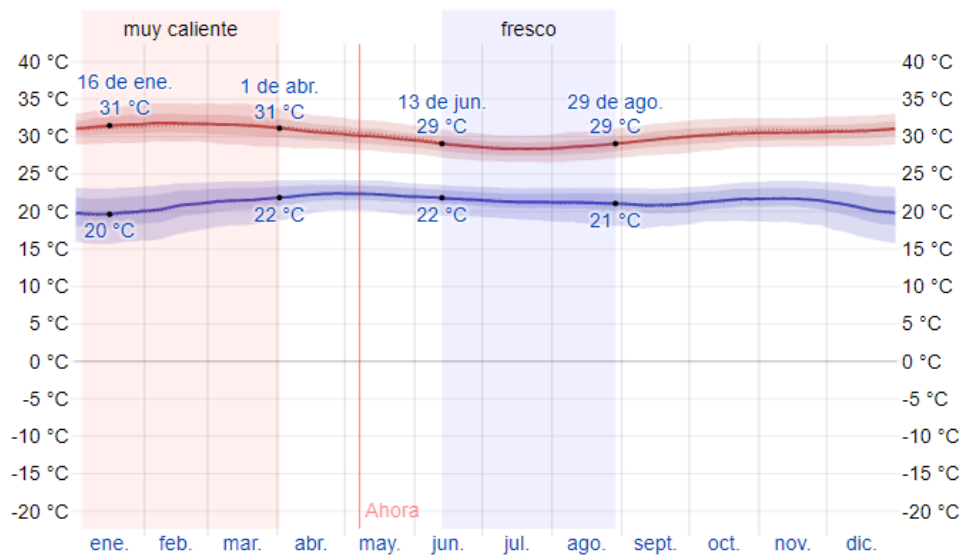
Fuente: <https://es.weatherspark.com/>

### 5.2.1. Temperatura

La temporada más calurosa dura 2,9 meses en promedio, del 4 de enero al 1 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 31 °C. El día más caluroso del año es el 7 de febrero, con una temperatura máxima promedio de 32 °C y una temperatura mínima promedio de 20 °C.

La *temporada fresca* dura 2,5 meses, del 13 de junio al 29 de agosto, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 29 °C. El día más frío del año registrado es 16 de enero, con una temperatura mínima promedio de 20 °C y máxima promedio de 31 °C.

### Ilustración 47. temperatura promedio Villavicencio



Fuente: <https://es.weatherspark.com/>

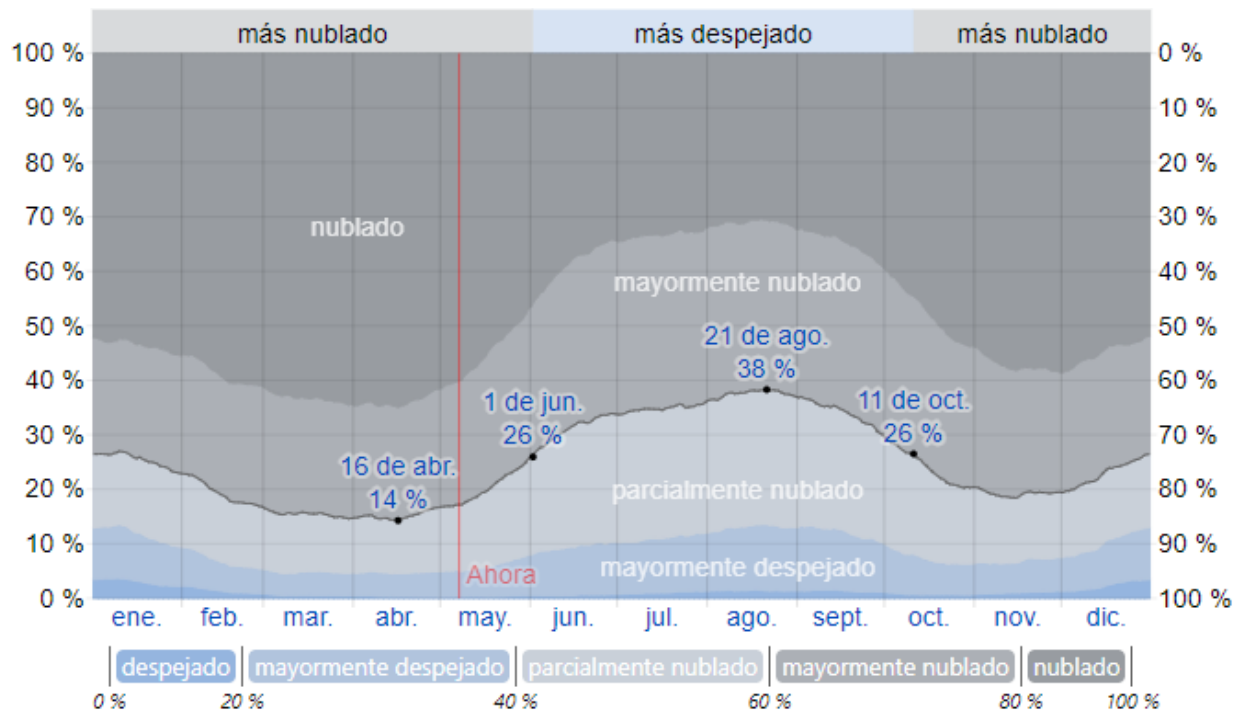
#### 5.2.2. Nubes

En Villavicencio, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente en el transcurso del año.

La parte más despejada del año en Villavicencio comienza aproximadamente el 1 de junio; dura 4,3 meses y se termina aproximadamente el 11 de octubre. El 21 de agosto, el día más despejado del año, el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 38 % del tiempo y nublado o mayormente nublado el 62 % del tiempo.

La época más nublada del año comienza aproximadamente el 11 de octubre; dura 7,7 meses y se termina aproximadamente el 1 de junio. El 16 de abril, se considera el día más nublado del año, el cielo está nublado o mayormente nublado el 86 % del tiempo y despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 14 % del tiempo.

### Ilustración 48. Nubosidad Villavicencio



Fuente: <https://es.weatherspark.com/>

### 5.2.3. Precipitación

Un día muy húmedo es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días muy húmedos en Villavicencio varía muy considerablemente durante el año.

La temporada más húmeda dura 8,6 meses, de 19 de marzo a 7 de diciembre, con una probabilidad de más del 43 % de que cierto día será un día muy húmedo. La probabilidad máxima de un día muy húmedo es del 71 % el 2 de mayo.

La temporada más seca dura 3,4 meses, del 7 de diciembre al 19 de marzo. La probabilidad mínima de un día muy húmedo es del 15 % el 16 de enero.

**Ilustración 49. Precipitación Villavicencio**



Fuente: <https://es.weatherspark.com/>

### 5.3. ANÁLISIS DE LOTE

Teniendo en cuenta que una estación de clasificación y aprovechamiento debe contar con el uso del suelo compatible con la actividad, se analizaron en primer lugar los requisitos según el uso permitido en el suelo en la ciudad de Villavicencio (ver ilustración 26).

### Ilustración 50 Criterios para la implementación del prototipo de la ECA

Aspecto	Descripción	Requisito
Lote	Propietario	Predio a nombre de la entidad territorial
	Área Mínima	900 m <sup>2</sup>
Suelo	Característica	No inundable
Población	Rango de población	100.000 habitantes – 300.000 Habitantes
Porcentaje de aprovechamiento de residuos sólidos	Rango de aprovechamiento de residuos sólidos	30% - 10%
Condición climática al interior de la ECA	Temperatura °C	Temperatura óptima en clima frío y cálido de 19 a 25
Ubicación	Tipo zona	Urbana
	Zona de Riesgo	Bajo o intermedio mitigable
	Uso del suelo	Uso permitido según POT, PBOT o EOT
Servicios Públicos	Acceso	Acueducto, Alcantarillado, electricidad, conectividad
Materiales	Tipo de material para ser aprovechado en la ECA	Papel, cartón, plástico, vidrio

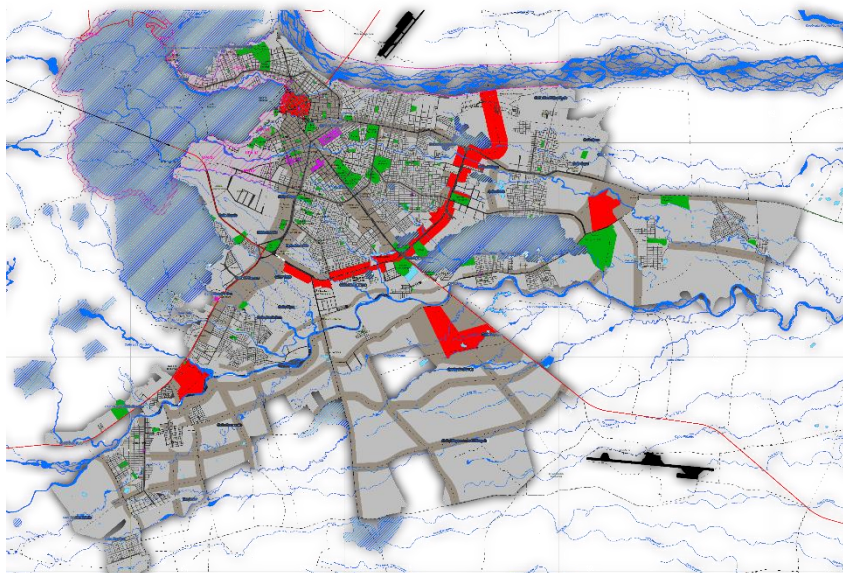
Fuente: Ministerio de Vivienda Ciudad y territorio MVCT

Partiendo de la premisa de que la estación de Clasificación y aprovechamiento Son aquellos equipamientos que por sus características y función principal pueden generar impactos negativos principalmente en términos de movilidad y ruido, los cuales están en una categoría 3 en el cual incluyen en esta categoría los Equipamientos Especiales los cuales solo se podrán localizar en el Área de Actividad Limitada; los demás equipamientos se localizarán, en Áreas de Actividad Moderada.

Tipo	Equipamiento	Categoría	Cobertura	Observaciones
Servicios Fúnebres, y de Disposición de Cadáveres	Funerarias	2	C	1. Medio impacto físico social y ambiental. 2. Generan usos complementarios. 3. Generan tráfico y contaminación auditiva.
	Salas de velación			
de Cadáveres	Centros de Zoonosis	3	M	1. Muy Alto impacto ambiental y social. 2. Generan usos complementarios.
	Cementerios			
Centros de Abastecimiento	Parques Cementerios	3	R	1. Alto impacto físico ambiental y social. 2. Generan alta concentración de usuarios. 3. Generan altos volúmenes de tráfico y contaminación auditiva. 4. Generan usos complementarios. 5. Requieren articularse con el espacio público y el sistema de movilidad.
	Plazas de Mercado			
	Central de abastos			
	Centros de Acopio			
Residuos Sólidos	Plantas de Beneficio Animal	3	M	1. Alto impacto físico ambiental y social. 2. Generan alta concentración de usuarios. 3. Altos volúmenes de tráfico y contaminación auditiva y ambiental. 4. Generan usos complementarios. 5. Requieren articularse con el espacio público y el sistema de movilidad.
	Rellenos Sanitario			
	Escombreras			
	Centros de acopio de residuos			

Fuente: Plan de ordenamiento Territorial (Alcaldía de Villavicencio, 2015)

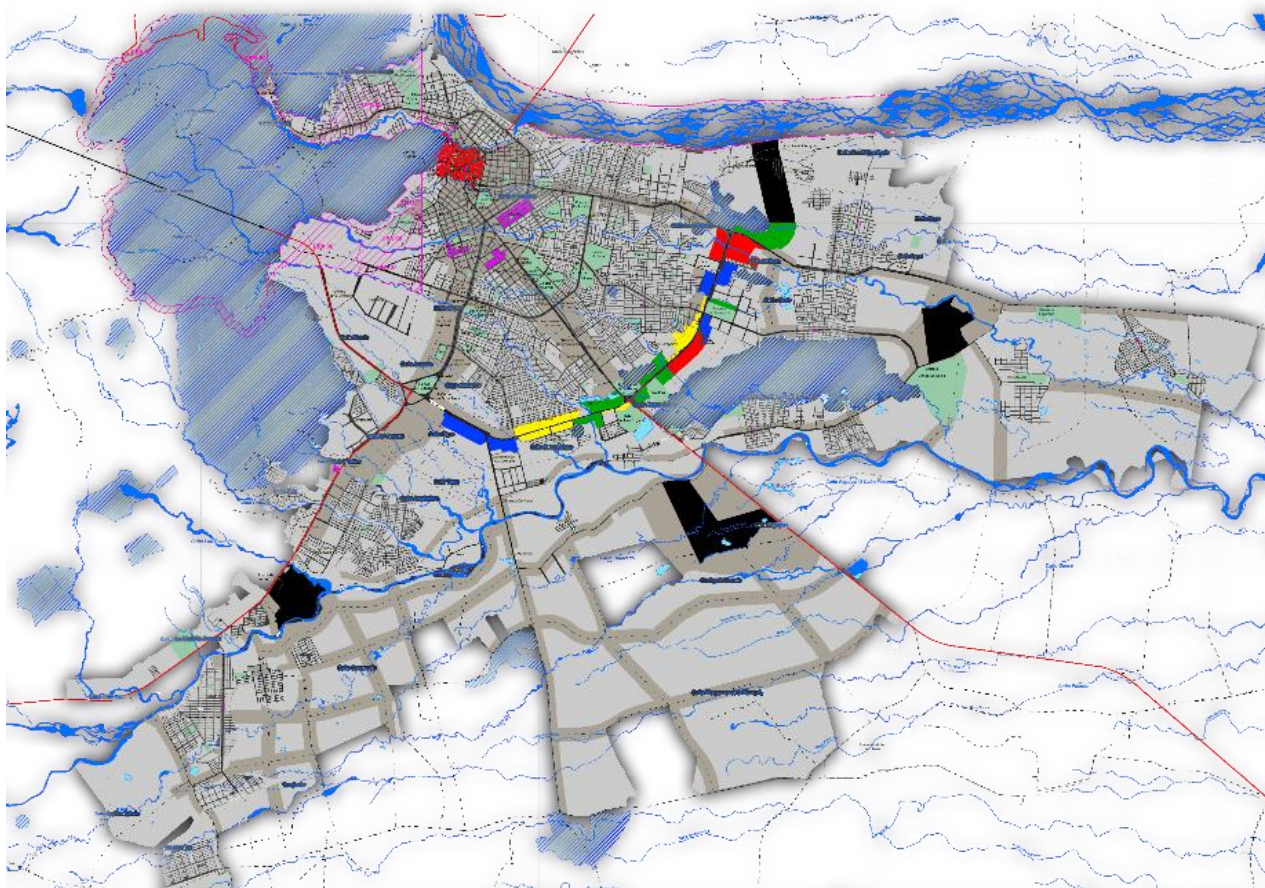
Por otra parte, es necesario establecer que la población que se dedica a la actividad de recuperación de residuos sólidos se mueve principalmente en el área urbana de Villavicencio y que los costos operativos por transporte pueden verse incrementados si la actividad se realiza fuera del perímetro urbano.





En torno a los antecedentes anteriormente expuestos, en un análisis inicial de la ciudad de Villavicencio se tiene que las áreas propicias para el desarrollo de estas actividades podrán localizar en el Área de Actividad Limitada; en Áreas de Actividad Moderada, Posteriormente se hará una evaluación que permita mediante criterios valorar el sitio más adecuado para la localización de la estación de clasificación y aprovechamiento.

### **Ilustración 51 Localización posibles lotes en la ciudad de Villavicencio**

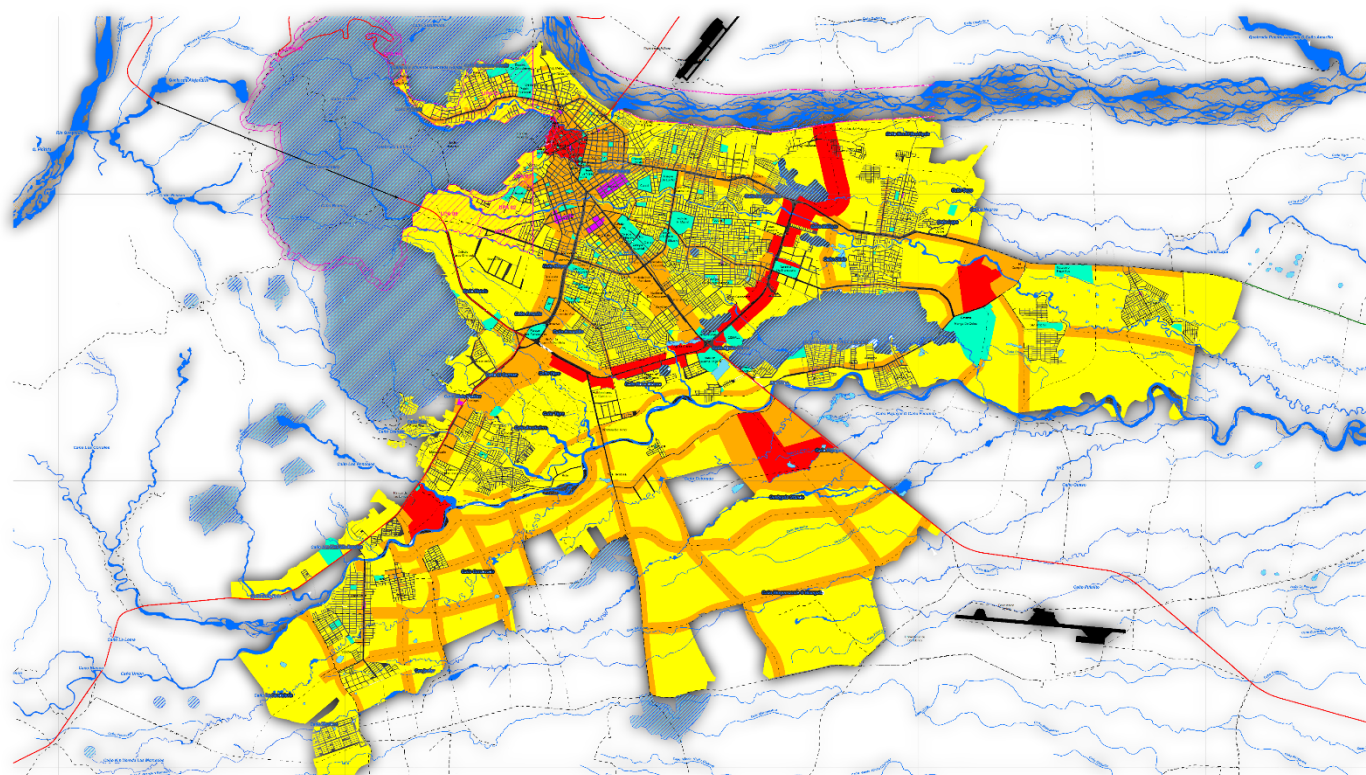


Fuente: Elaboración Propia

### 5.3.1. Áreas de actividad

De acuerdo a las áreas de actividad contempladas en el POT de Villavicencio, se tiene que los lotes están ubicados en áreas de actividad moderada sobre el eje de anillo vial, lo cual nos permite fácil movilidad y accesibilidad a nuestro proyecto.

**Ilustración 52 Áreas de actividad**



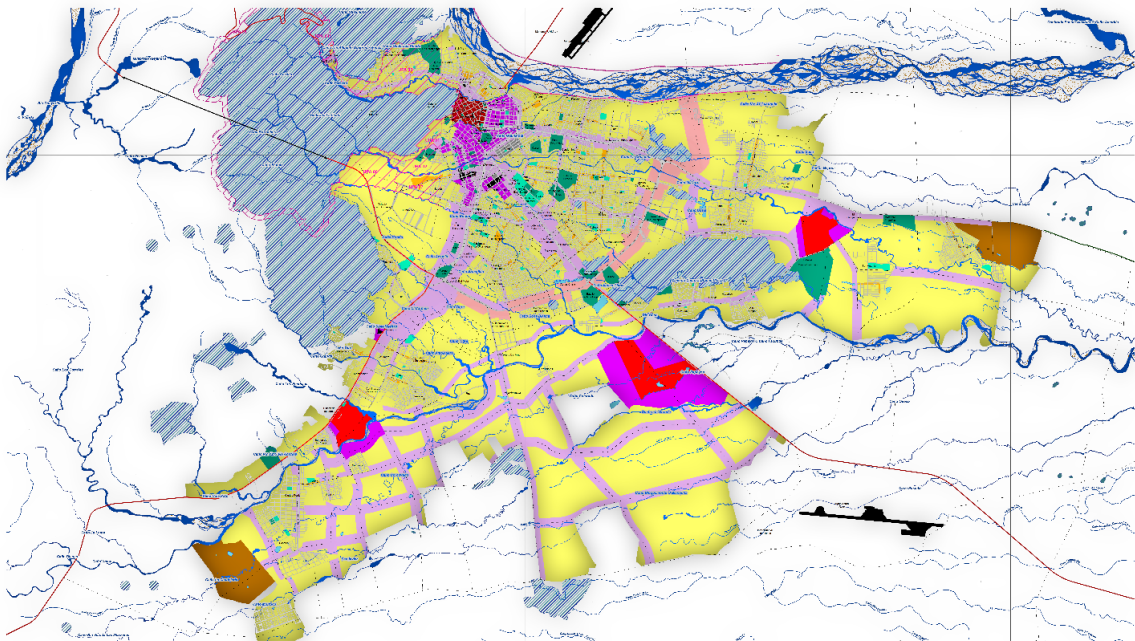
Fuente: Elaboración Propia



### 5.3.2. Categorías de actividad

De acuerdo a la disposición para categorizar el suelo dentro de las áreas de actividad, el lote 1 ubicado en el sector de San Benito de encuentra en un área de actividad limitada con carácter lúdico en donde actualmente se ofrecen también Servicios Automotrices, por su parte el lote 2 ubicado en el sector del porvenir se encuentra en un Área Actividad Limitada con carácter de servicios Automotrices mientras que el lote 3 se encuentra en un eje comercial dentro del Área de Actividad Residencial, no obstante esta la ubicación de los tres lotes las áreas contiguas se encuentran con deterioro urbano lo cual representa una oportunidad de catalizar un desarrollo urbano a partir de la estación de clasificación y aprovechamiento (ver ilustración 29).

**Ilustración 53. Categorías de actividad del suelo Urbano**

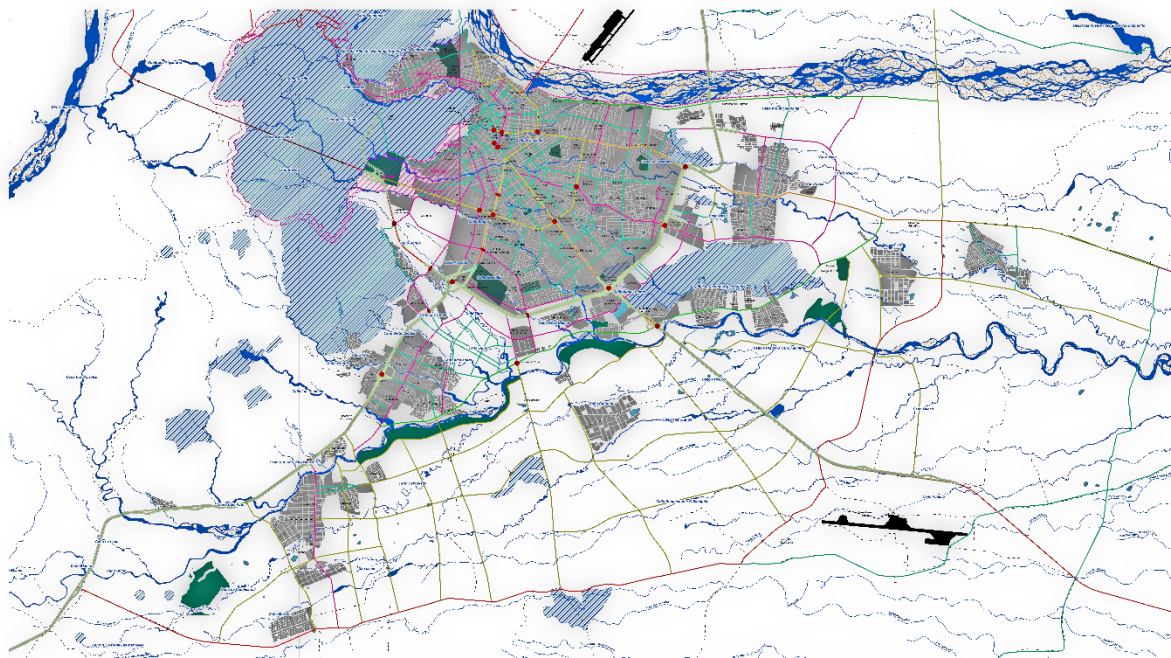


Fuente: Plan de ordenamiento Territorial (Alcaldía de Villavicencio, 2015)

### 5.3.3. Plan Vial

En los tres casos los lotes se hallan ubicados en ejes secundarios con cercanías a ejes viales. El plan de ordenamiento Territorial contempla que en el caso del lote 1 (San Benito) la calle 24 a se convierta en un eje articulador de la Avenida 40 con la Avenida Puerto López, En el caso del Lote 2 (El Porvenir) la carrera 27 articulara la calle 31 con la Transversal 26 b principales de la ciudad calle 37 b como eje articulador de la Antigua vía a Bogotá con la futura Marginal Guataquí. En los tres casos se presentan potencialidades de mejorar el espacio público adyacente y la articulación con ejes viales principales sin interrumpir el tráfico. (Ver Ilustración 31).

**Ilustración 54. Plan Vial**

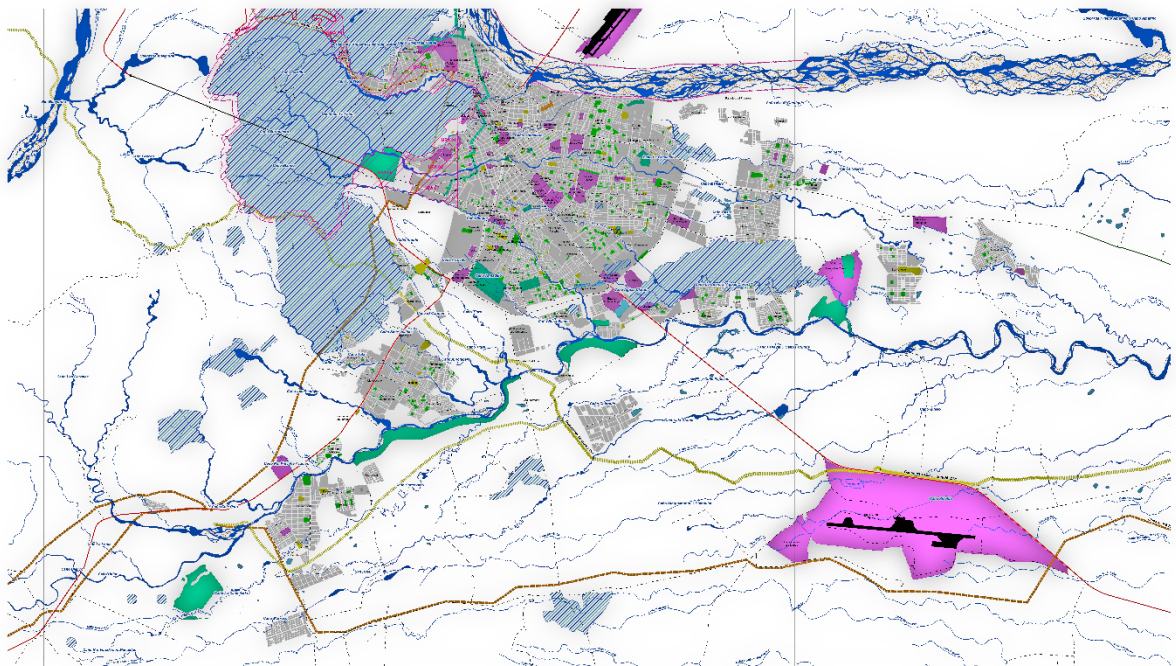


Fuente: Plan de ordenamiento Territorial (Alcaldía de Villavicencio, 2015)

#### 5.3.4. Articulación con espacio Público y Equipamientos

En cuanto a los lotes 1 (San Benito) y 2 (Porvenir) 3 se encuentran en zonas carentes de espacio público, sin embargo, este último se contempla como a futuro como un Parque zonal, lo cual representa la oportunidad de que pueda contar con una temática en torno a la sostenibilidad. Para el lote 3 (Industrial) resulta contradictorio que en materia de equipamientos persista como centros de acopio mientras que en las áreas de actividad del suelo no está reglamentada este tipo de actividad y se le da prioridad a la vivienda.

#### Ilustración 55 Espacio Público y Equipamientos



Fuente: Plan de ordenamiento Territorial (Alcaldía de Villavicencio, 2015)





- Potencial de Integración Social
- Potencial de Catalización Urbana
- Adecuada implementación con respecto a POT
- Cercanía a centros de acopio y disposición de residuos

**Tabla 4. Evaluación Lotes**

<b>CRITERIOS DE EVALUACION</b>	<b>LOTE 1 SAN BENITO</b>	<b>LOTE 2 PORVENI R</b>	<b>LOTE 3 INDUSTRIA L</b>
Capacidad de generación de espacio Publico	5	8	10
Articulación con Plan Vial	7	7	10
Potencial de Integración Social	8	8	9
Potencial de Catalización Urbana	8	10	10
Adecuada implementación con respecto a POT	10	10	10
Cercanía a centros de acopio y disposición de residuos	5	8	10
	43	51	59

Fuente: Elaboración Propia

El resultado arroja que el lote 3 en el barrio Industrial tiene la viabilidad más adecuada para desarrollar la estación de Clasificación y aprovechamiento para la ciudad de Villavicencio.

## 5.4. ANALISIS URBANO LOCAL ALTERNATIVA ESCOGIDA LOTE 03 SECTOR INDUSTRIAL Y CRITERIOS DEDISEÑO

### 5.4.1. Usos

Ilustración 57. Análisis de Usos



Fuente: Elaboración Propia

### 5.4.2. Llenos y vacíos

Ilustración 58. Análisis de llenos y vacíos



Fuente: Elaboración Propia



5.4.3. Equipamientos y espacio Público

Ilustración 59. Análisis de equipamientos y espacio público



Fuente: Elaboración Propia

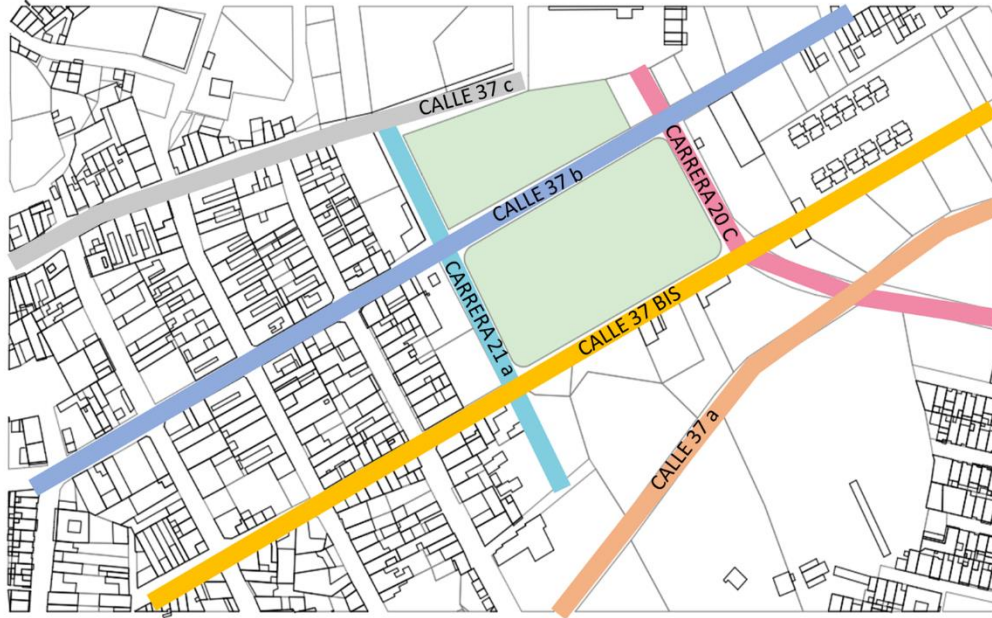
5.4.4. Localización

Ilustración 60. Jerarquía de vías



Fuente: Elaboración Propia

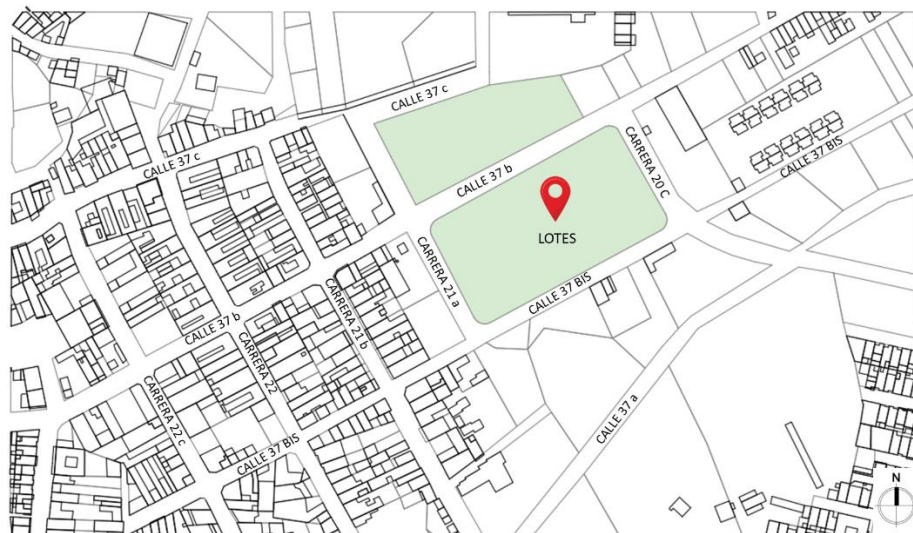
### Ilustración 61. Sistema vial



Fuente: Elaboración Propia

Los lotes se encuentran ubicados sobre las vías Carrera 37 Bis, Carrera 21<sup>a</sup>, carrera 20 c y sobre la calle 37 b, calle 37 c.

### Ilustración 62. Sistema vial



Fuente: Elaboración Propia

### Ilustración 63. Sistema ambiental y comuna



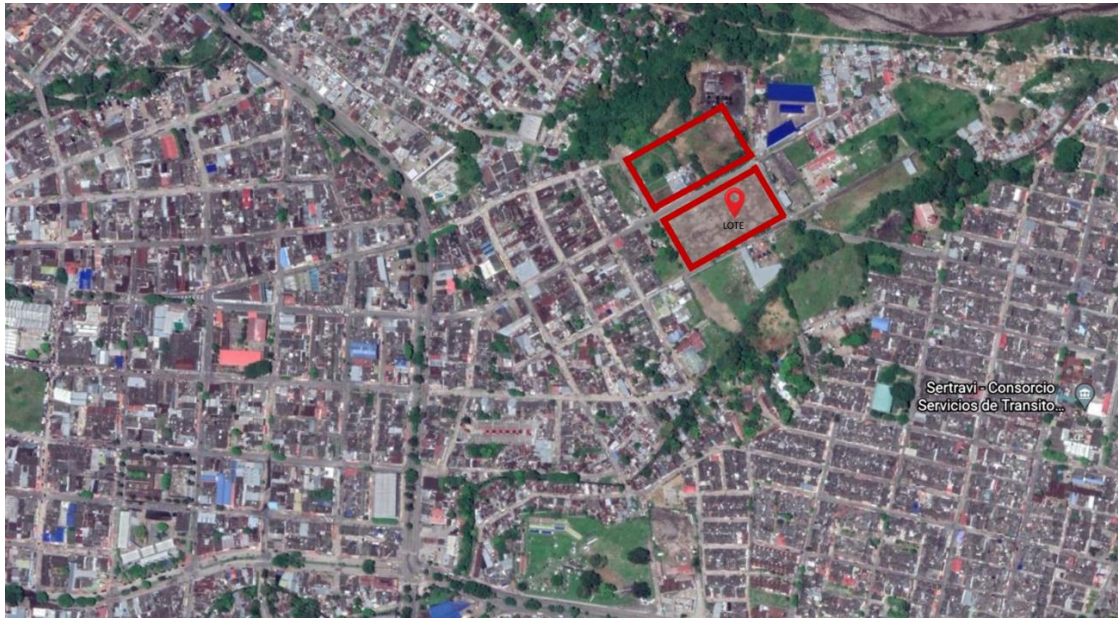
Fuente: Elaboración Propia

Los lotes se encuentran ubicados en la comuna 3 de la ciudad de Villaviciencio, en el sector Guayabal, cerca se encuentra ubicado el caño Gramalote.

En el análisis de sistema ambiental se determina el aislamiento del área de protección ambiental del caño Gramalote que se localiza en el sector, por lo que se mantiene una gran franja verde de protección. Como criterios de diseño en el proyecto se plantea seguir el eje ambiental a través de diseño de plazoletas, ciclo rutas, senderos peatonales, gran variedad de arborización, humedales artificiales y espejos de agua.



**Ilustración 64. imágenes de los lotes**



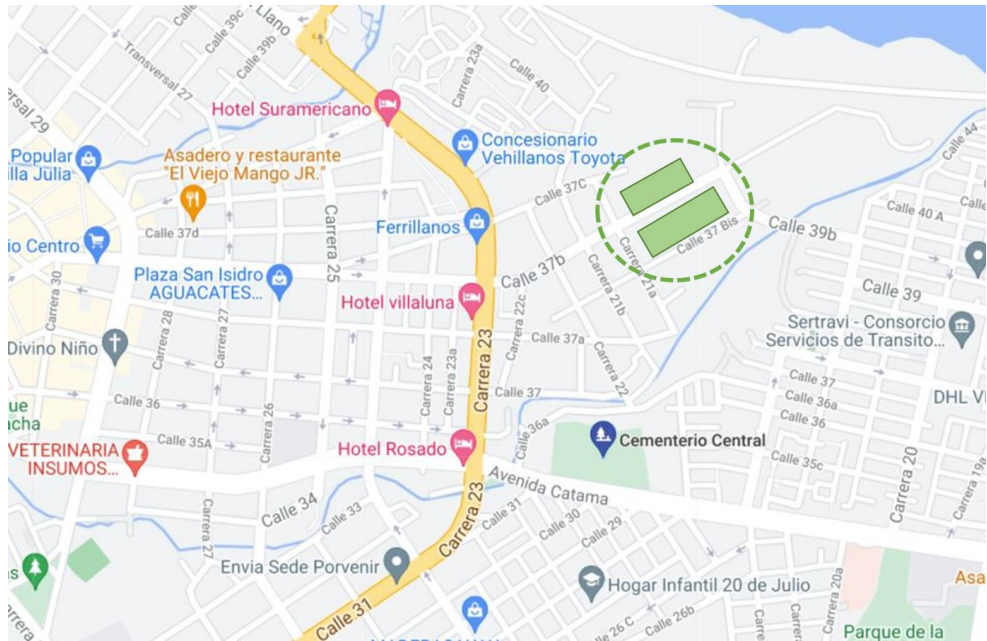
Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 65. imágenes de los lotes**



Fuente: Elaboración Propia

## Ilustración 66. Criterios de Intervención



Fuente: Elaboración Propia

El proyecto a intervenir parte del análisis urbano, donde se establecen criterios de diseño e intervención urbana partiendo desde la accesibilidad y las centralidades del sector. En los criterios de diseño se destacan los equipamientos que se encuentran alrededor del predio como puntos de conexión importantes para el proyecto señalados en la ilustración.

En el sector se determinan vías y calles de conexión desde los puntos destacados para el proyecto a desarrollar como un elemento de intromisión, dando a conocer las rutas de servicio público y del peatón. Para los criterios de intervención de la Estación Autosostenible para la clasificación y el aprovechamiento de residuos sólidos se encuentran limitantes de normativas ambientales para el proyecto a nivel urbanístico,

## 5.5. PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

Tabla 5. Programa arquitectónico

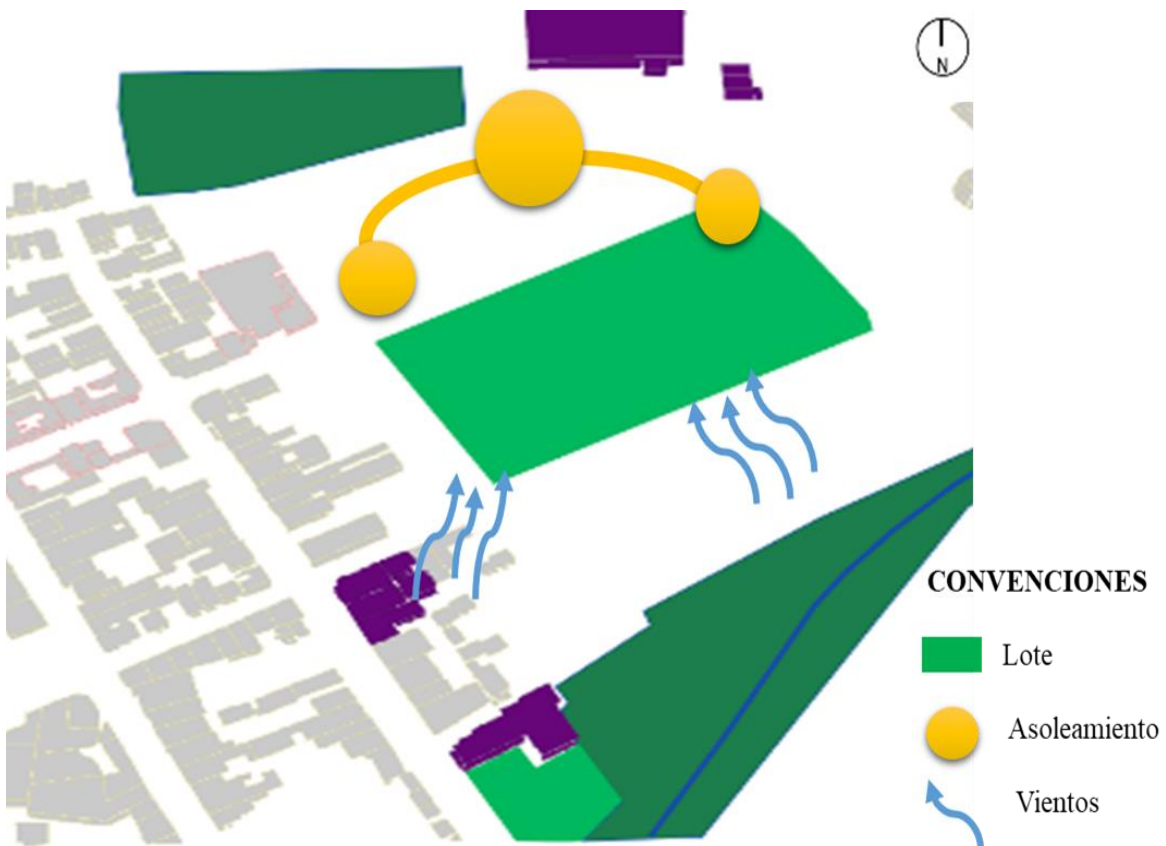
<b>ADMINISTRACIÓN</b>	
Gerencia	20, m <sup>2</sup>
Secretaria	12, m <sup>2</sup>
Oficina de educación (cap. 5 personas)	25, m <sup>2</sup>
Sala reuniones	25, m <sup>2</sup>
2 baños	10, m <sup>2</sup>
Sala de espera	20, m <sup>2</sup>
Rack	2, m <sup>2</sup>
Circulaciones	22,8 m <sup>2</sup>
	136,8 m <sup>2</sup>
<b>EDUCACIÓN</b>	
Módulos ambientales (3 aulas)	90, m <sup>2</sup>
Batería baños	24, m <sup>2</sup>
Depósito de equipos	10, m <sup>2</sup>
Circulaciones	24,8 m <sup>2</sup>
	148,8 m <sup>2</sup>
<b>SUPERVISIÓN</b>	
Oficina	12, m <sup>2</sup>
Batería baños	40, m <sup>2</sup>
Cocineta	5, m <sup>2</sup>
Aseo	3, m <sup>2</sup>
Circulaciones	12, m <sup>2</sup>
	72, m <sup>2</sup>
<b>AREA DE CLASIFICACION</b>	
Clasificación y Transformación	650, m <sup>2</sup>
Bodega	150, m <sup>2</sup>
	800, m <sup>2</sup>
<b>AREA DE PRODUCCIÓN</b>	
Transformación de producto	800, m <sup>2</sup>
Bodega	150, m <sup>2</sup>
	950, m <sup>2</sup>

PARQUEADEROS	
Parqueaderos públicos	125, m <sup>2</sup>
Parqueaderos furgones	155, m <sup>2</sup>
Área descargue furgones	315, m <sup>2</sup>
Área de Maniobras y circulación	670, m <sup>2</sup>
	1265, m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>3372,6 m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboración Propia

## 5.6. DETERMINANTES CLIMA

Ilustración 67. Plano de Determinantes



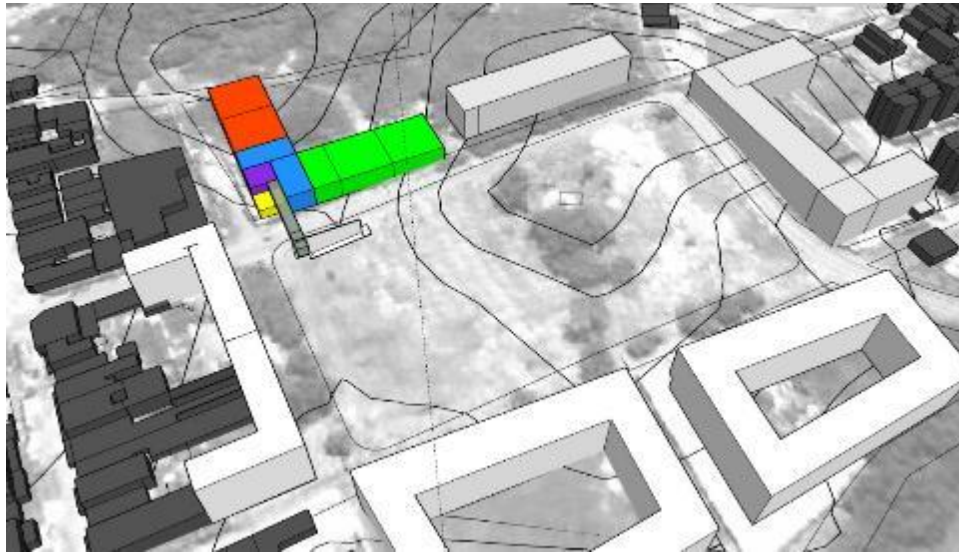
Fuente: Elaboración Propia



## 5.7. PROPUESTAS DE IMPLANTACIÓN

### 5.7.1. Alternativa 1

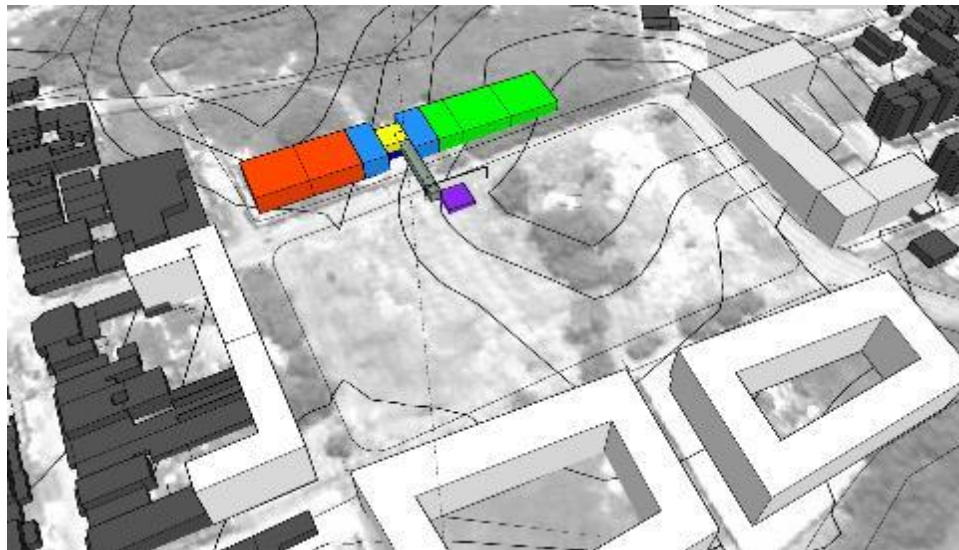
**Ilustración 68. Propuesta Alternativa 1**



Fuente: Elaboración Propia

### 5.7.2. Alternativa 2

**Ilustración 69. Propuesta Alternativa 2**

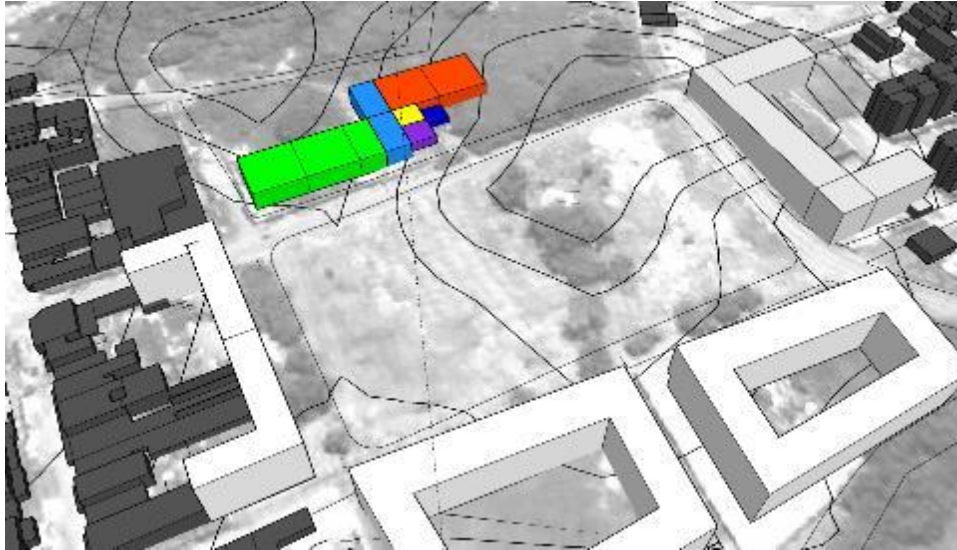


Fuente: Elaboración Propia



### 5.7.3. Alternativa 3

**Ilustración 70. Propuesta Alternativa 3**



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 6. Evaluación Propuestas de implantación**

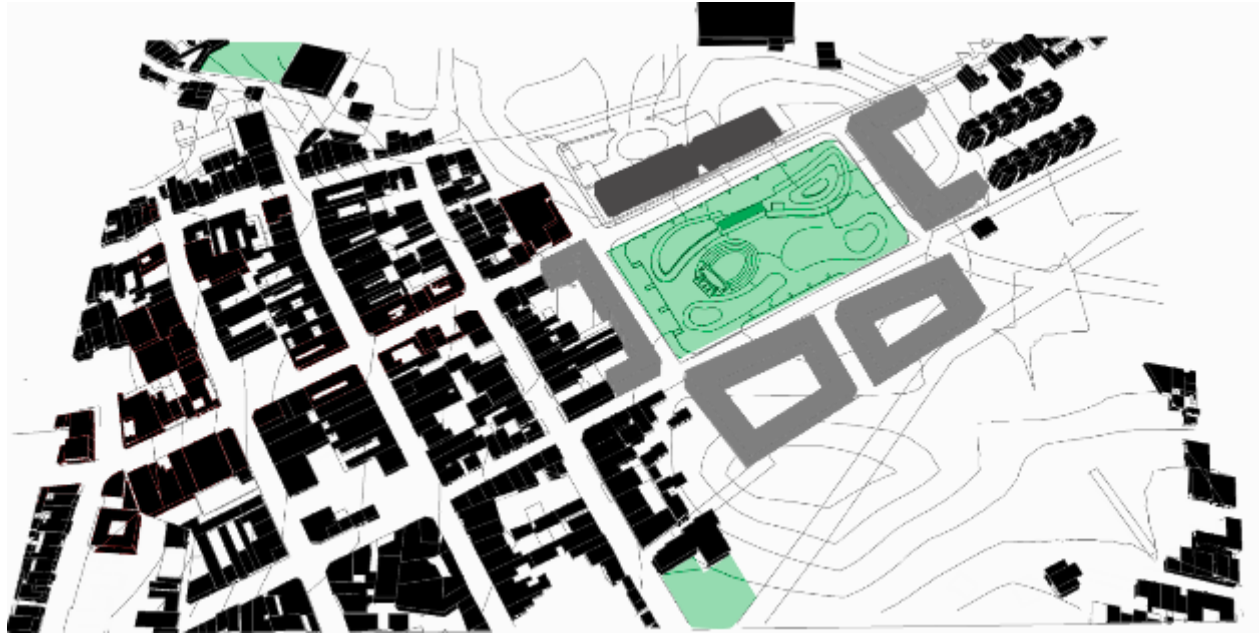
CRITERIOS DE EVALUACION	PROPUESTA 01	PROPUESTA 02	PROPUESTA 03
Aprovechamiento Espacial	10	5	5
Orientación	5	10	10
Maniobrabilidad Vehicular	5	10	10
Relación entorno social	10	10	5
Generación Espacio Publico	5	10	5
Consolidación Manzana	5	10	5
	40	55	40

Fuente: Elaboración Propia

## 6. MARCO PROYECTUAL

### 6.1. PROPUESTA URBANA

Ilustración 71. Propuesta Urbana

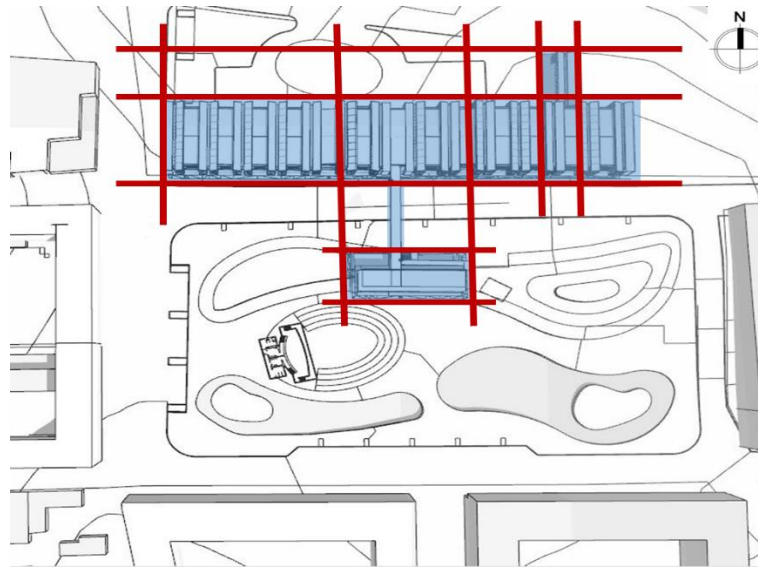


Fuente: Elaboración Propia

La propuesta de intervención urbana plantea articulación con las centralidades del sector, por medio de criterios de conectividad, accesibilidad para el tránsito de los peatones, circulación de bicicletas vehículos particulares y vehículos de carga y descargue.

El proyecto se encuentra ubicado en medio de vías, carreras y calles secundarias, lo cual generan conectividad en las 4 laterales y de donde se determina que es de fácil ingreso.

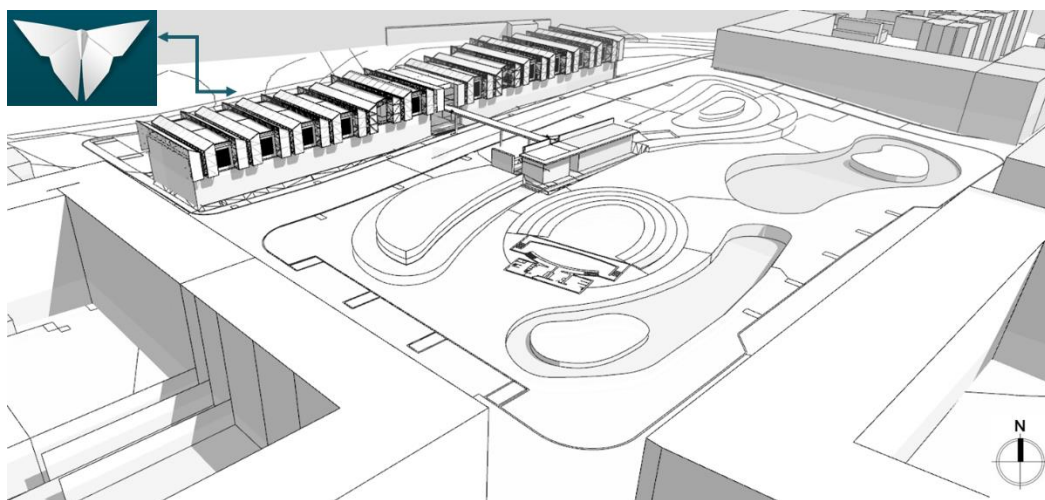
### Ilustración 72. Forma y Ejes



Fuente: Elaboración Propia

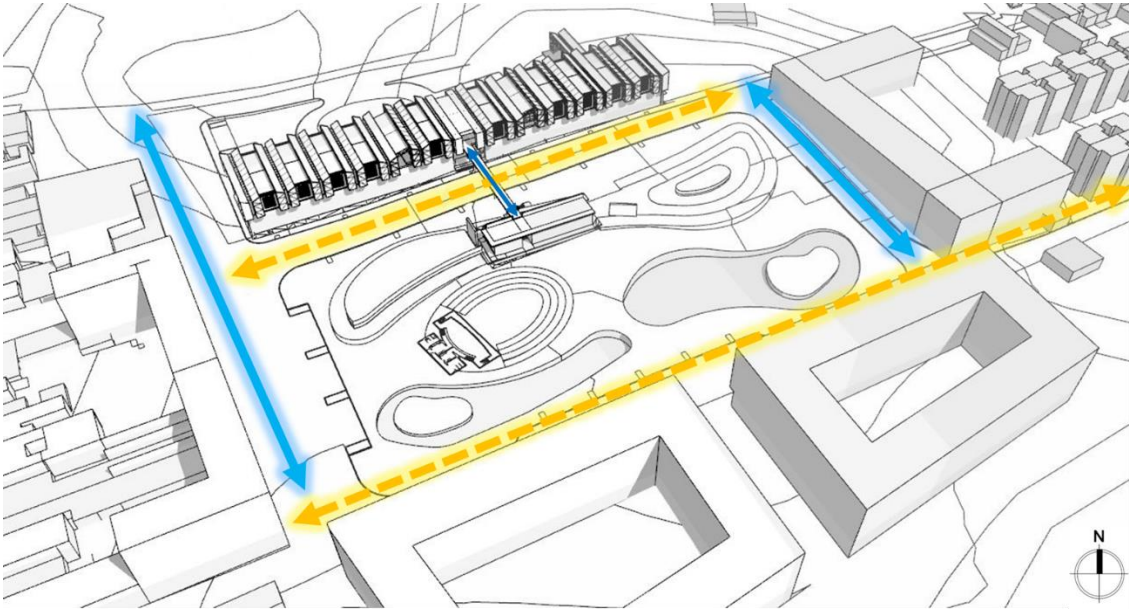
La edificación es ortogonal, con formas orgánicas y materiales en forma natural que se conforman a la protección ambiental, se utiliza el concepto de la mariposa para la propuesta urbana y para la cubierta de la edificación.

### Ilustración 73. Forma



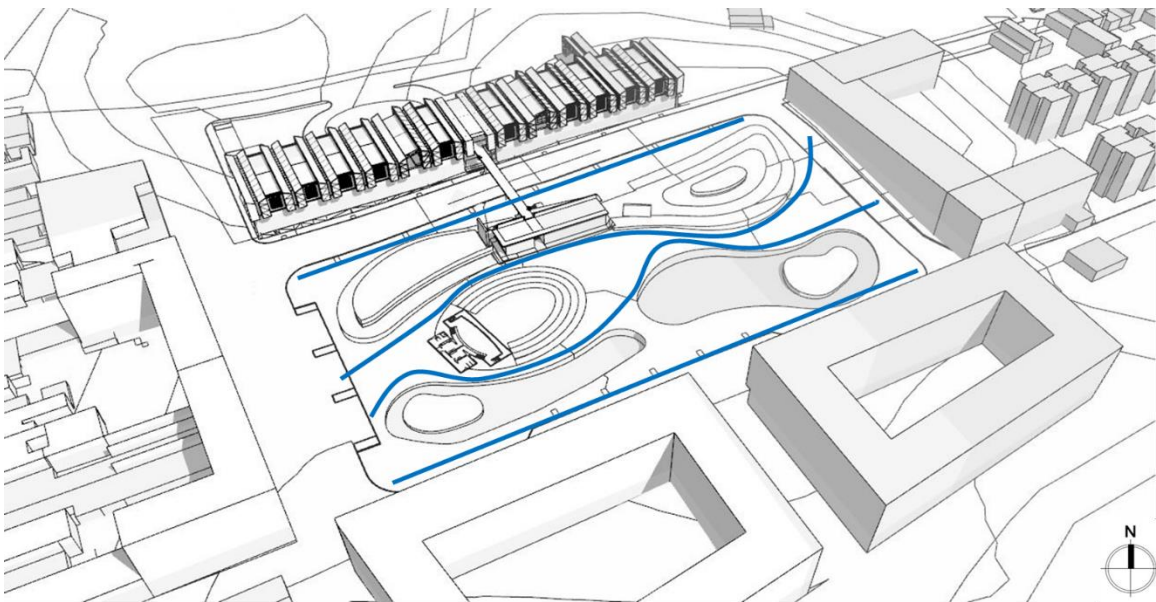
Fuente: Elaboración Propia

### Ilustración 74. Accesibilidad



Fuente: Elaboración Propia

### Ilustración 75. Circulación



Fuente: Elaboración Propia



**6.1.1. Implantación Urbana**

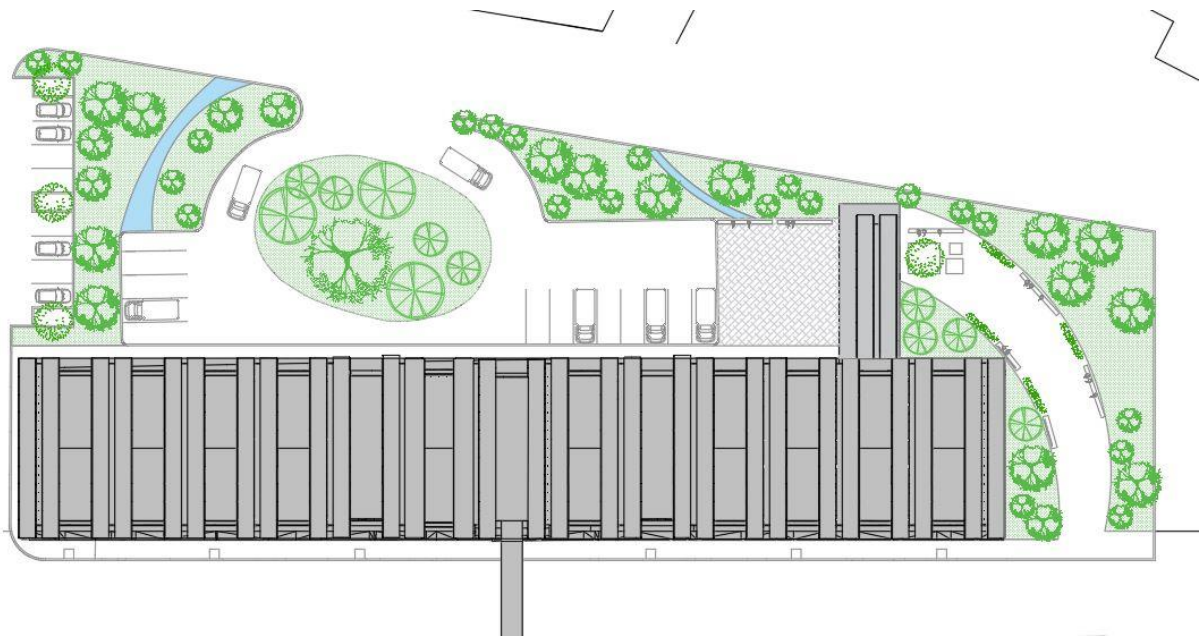
**Ilustración 76. Implantación Urbana**



Fuente: Elaboración Propia

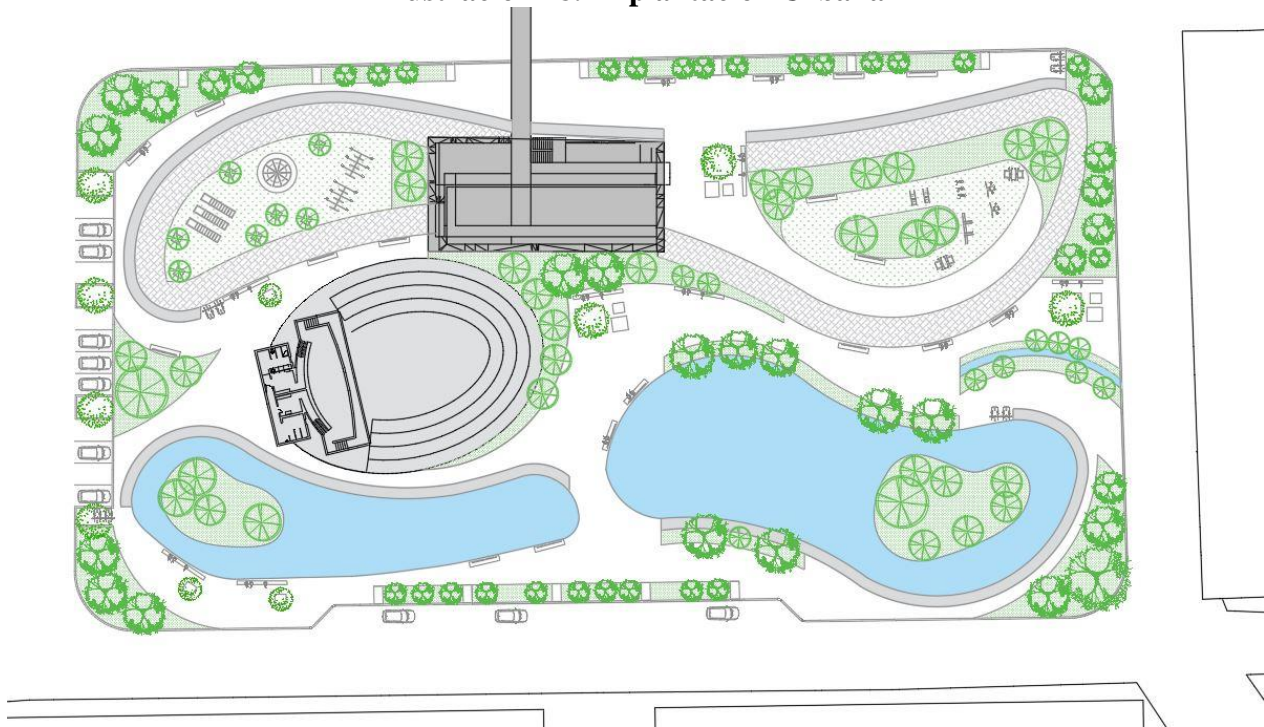
El proyecto es de carácter público, en la propuesta urbana se implementan plazoletas, parques, zonas de parqueos, bahías, zonas verdes, ciclo ruta, humedales artificiales y zonas de estar.

**Ilustración 77. Implantación Urbana**



Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 78. Implantación Urbana**



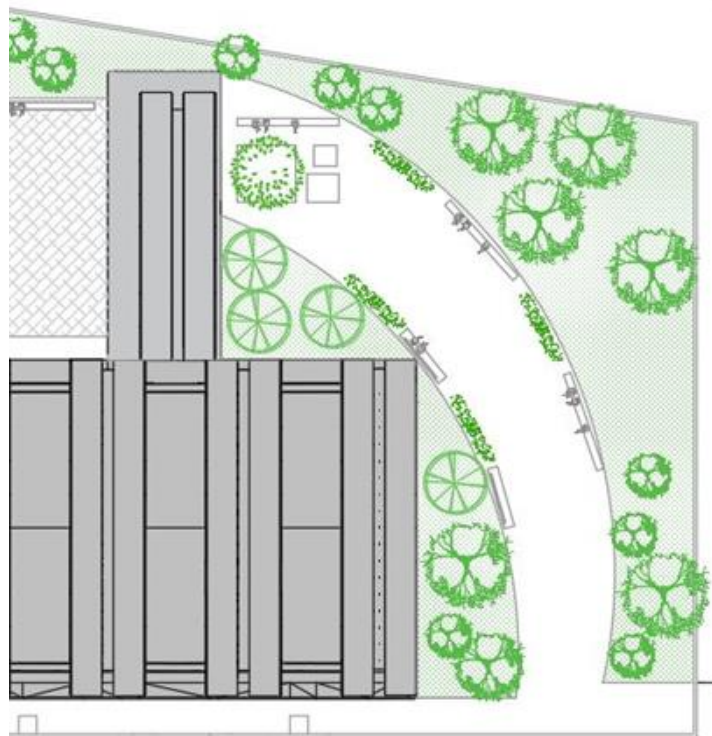
Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 79. Estacionamientos**



Fuente: Elaboración Propia

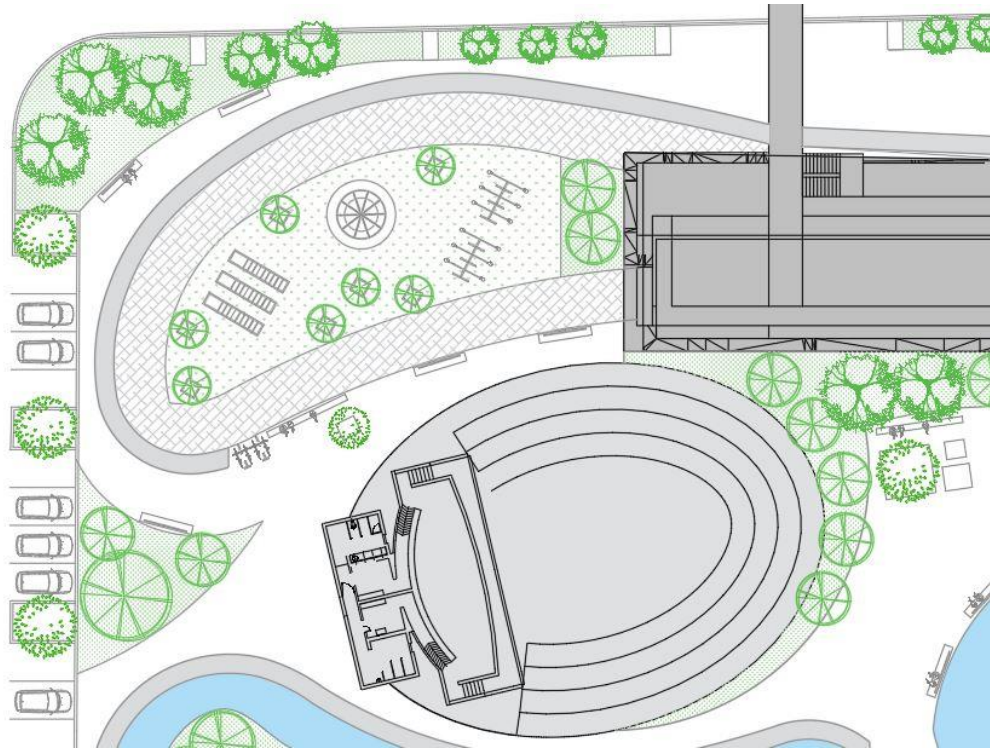
**Ilustración 80. Plazoleta**



Fuente: Elaboración Propia

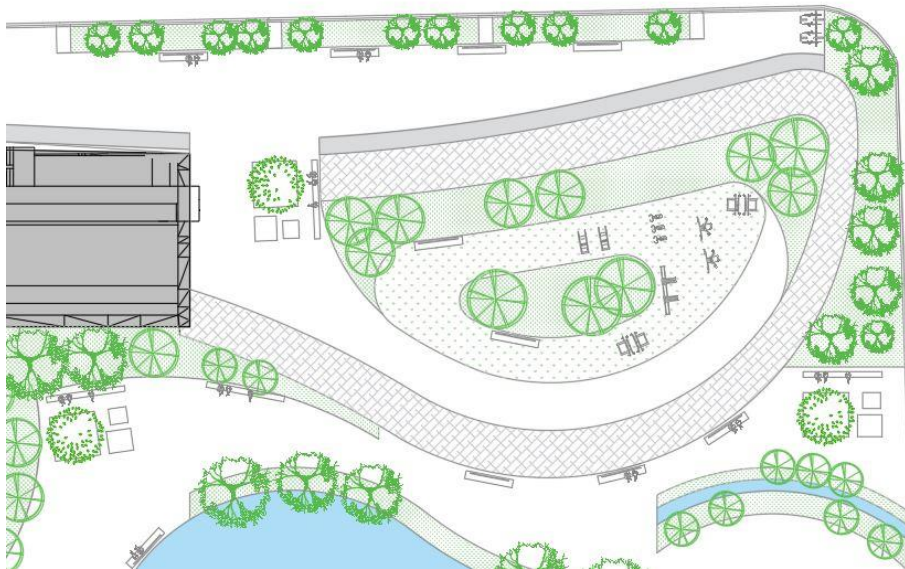


**Ilustración 81. Parque**



Fuente: Elaboración Propia

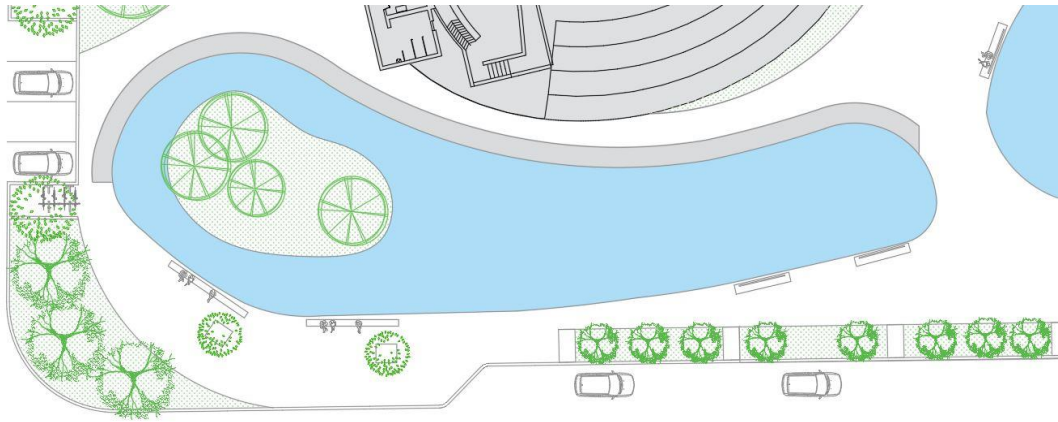
**Ilustración 82. Gimnasio al aire libre**



Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 83. Humedales artificiales y bahía**



Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 84. Humedales artificiales y bahía**



Fuente: Elaboración Propia

## **Ilustración 85. Implantación Estación de Clasificación y aprovechamiento**



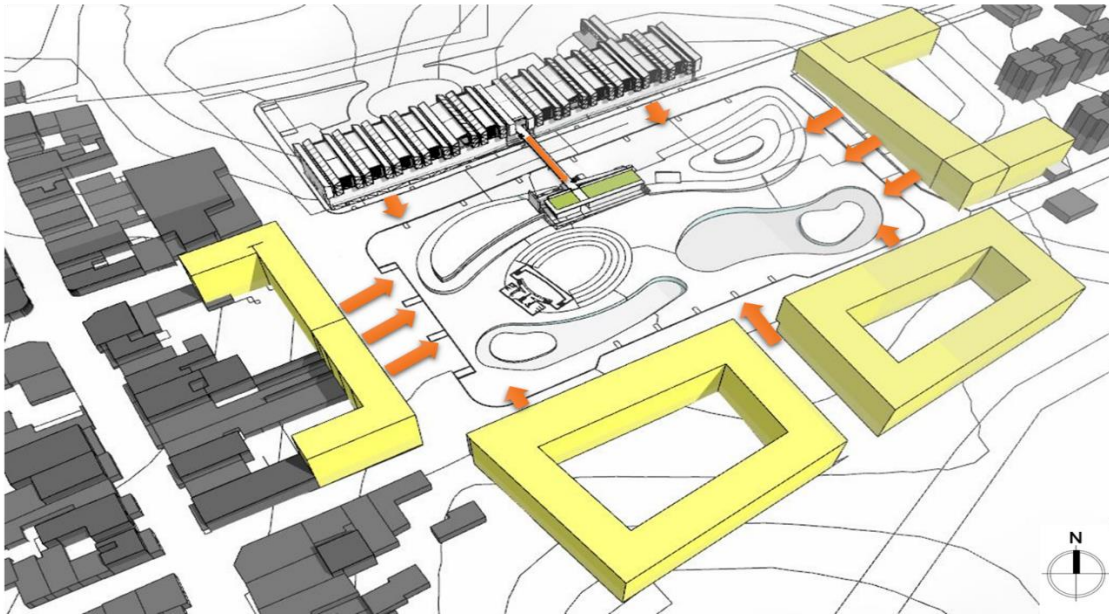
Fuente: Elaboración Propia

### **6.1.2. Espacio Público**

El espacio público del proyecto es de criterio físico, estético y funcional; como propuesta se plantea un diseño urbano con características que cumplan seguridad, accesibilidad de todo tipo de usuarios, resistencia a la intemperie y a los cambios climáticos, facilidad de mantenimiento y durabilidad a largo plazo.

La recuperación del espacio público se desarrolla a través del diseño arquitectónico y urbano del proyecto, frente a la necesidad actual que se presenta en la ciudad. La solución es una propuesta urbana que conecta, favorece, asegura las igualdades y las relaciones sociales, ya que en el sitio de intervención hay vínculos con vecinos y con los equipamientos que se encuentran alrededor del lote.

### Ilustración 86. Intervención



Fuente: Elaboración Propia

El espacio público del proyecto interviene de forma directa en los cuatro laterales del lote y las zonas residenciales que se encuentran a su alrededor.

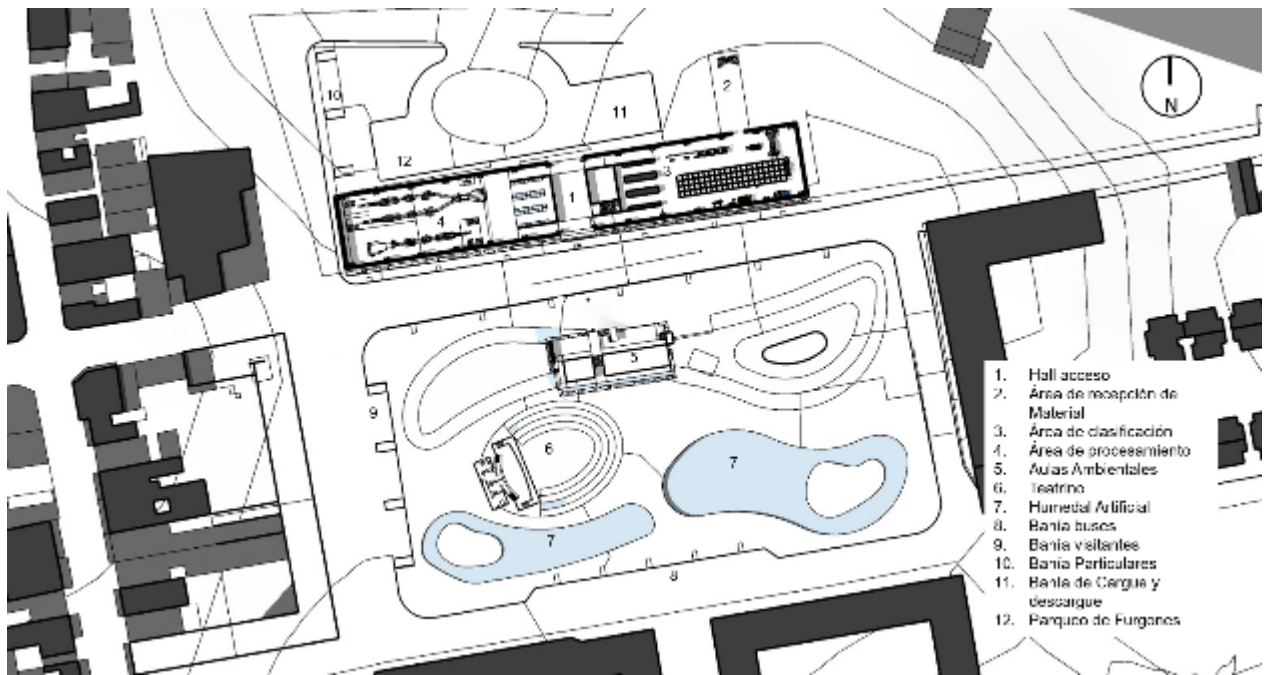


### Ilustración 87. Propuesta de Espacio publico



Fuente: Elaboración Propia

### Ilustración 88. Planta general



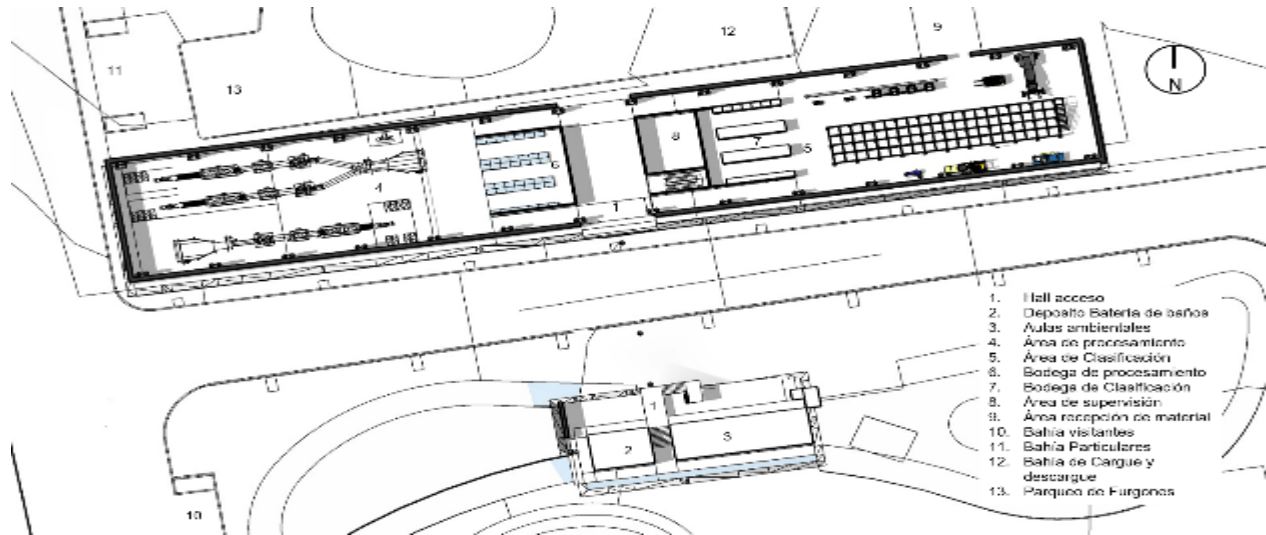
1. Hall acceso
2. Área de recepción de Material
3. Área de clasificación
4. Área de procesamiento
5. Aulas Ambientales
6. Teatro
7. Humedal Artificial
8. Bañia buses
9. Bañia visitantes
10. Bañia Particulares
11. Bañia de Carga y descarga
12. Parqueo de Furgones

Fuente: Elaboración Propia

## 6.2. DESARROLLO ARQUITECTÓNICO

### 6.2.1. Plantas

**Ilustración 89. Planta primer piso**



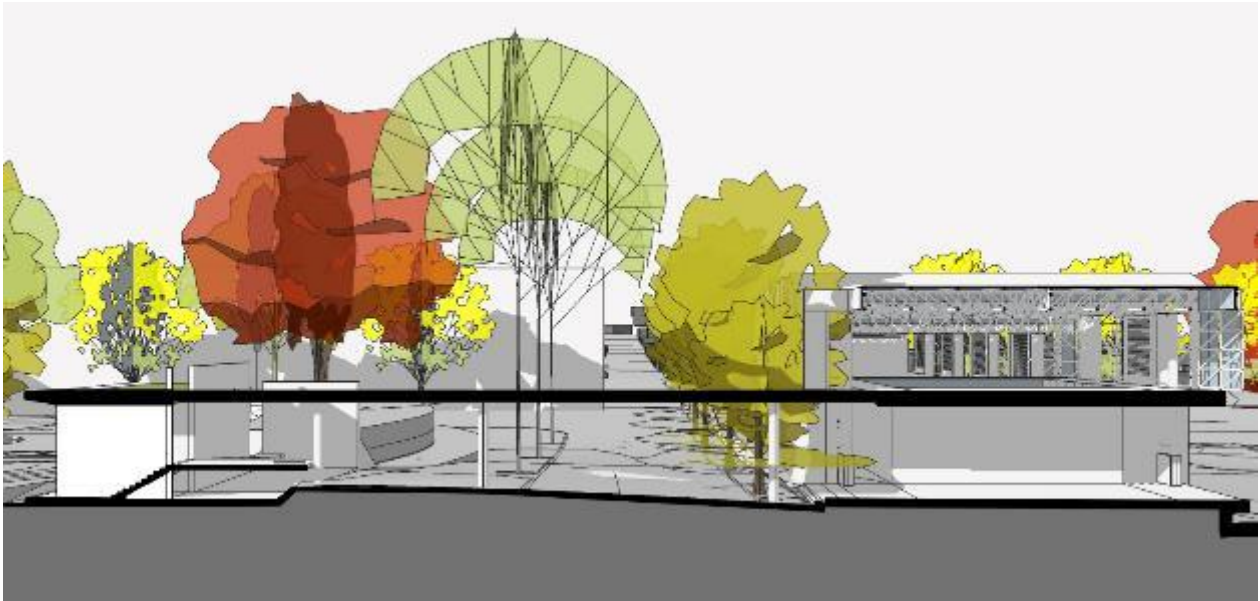
Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 90. Planta Segundo Piso**



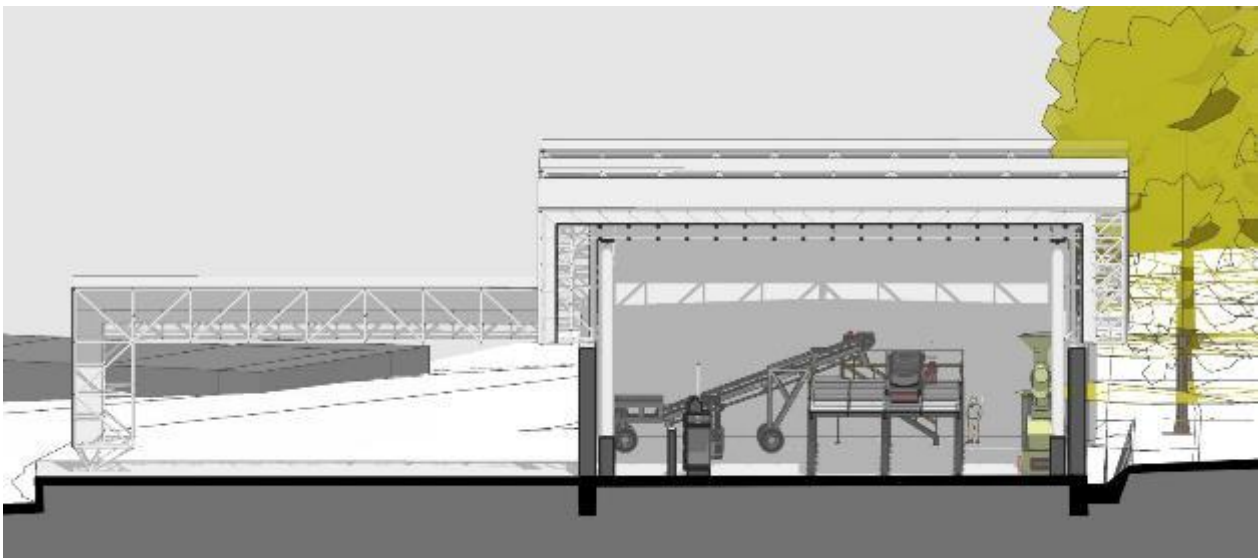
Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 91. Corte transversal 01**



Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 92. Corte transversal 02**



Fuente: Elaboración Propia

### Ilustración 93. Corte longitudinal

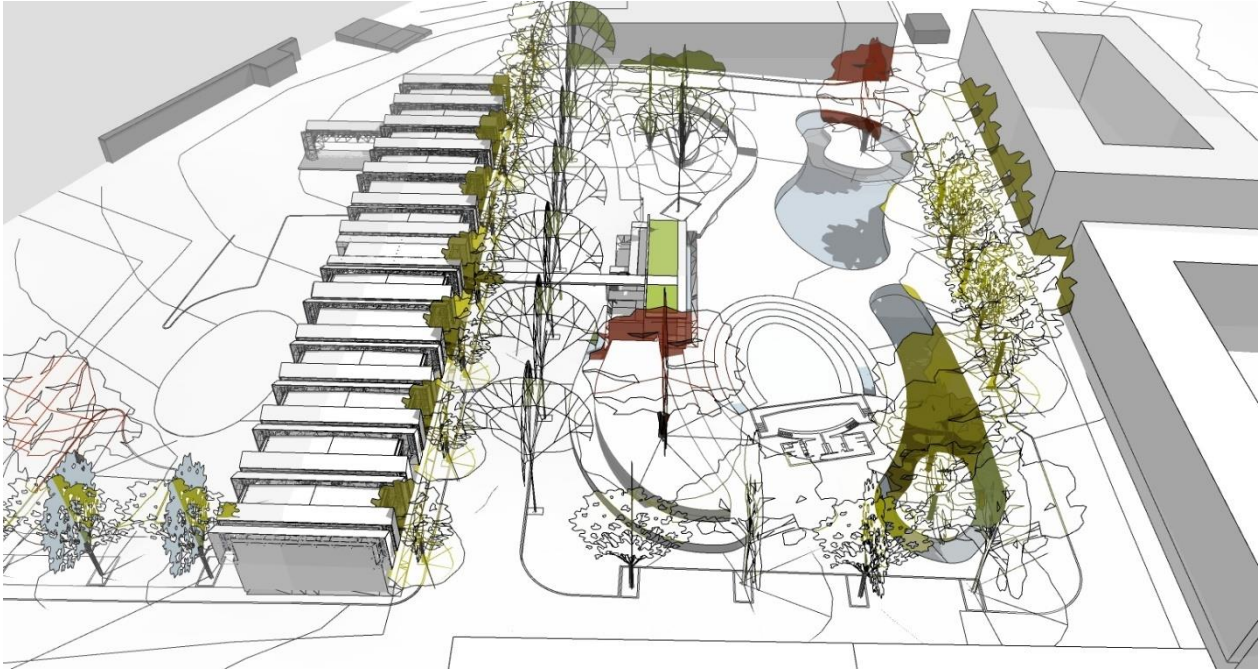


Fuente: Elaboración Propia



**6.2.2. Forma**

**Ilustración 94. Propuesta formal**



Fuente: Elaboración Propia

**6.2.3. Tipología**

**Ilustración 95. Propuesta tipológica**

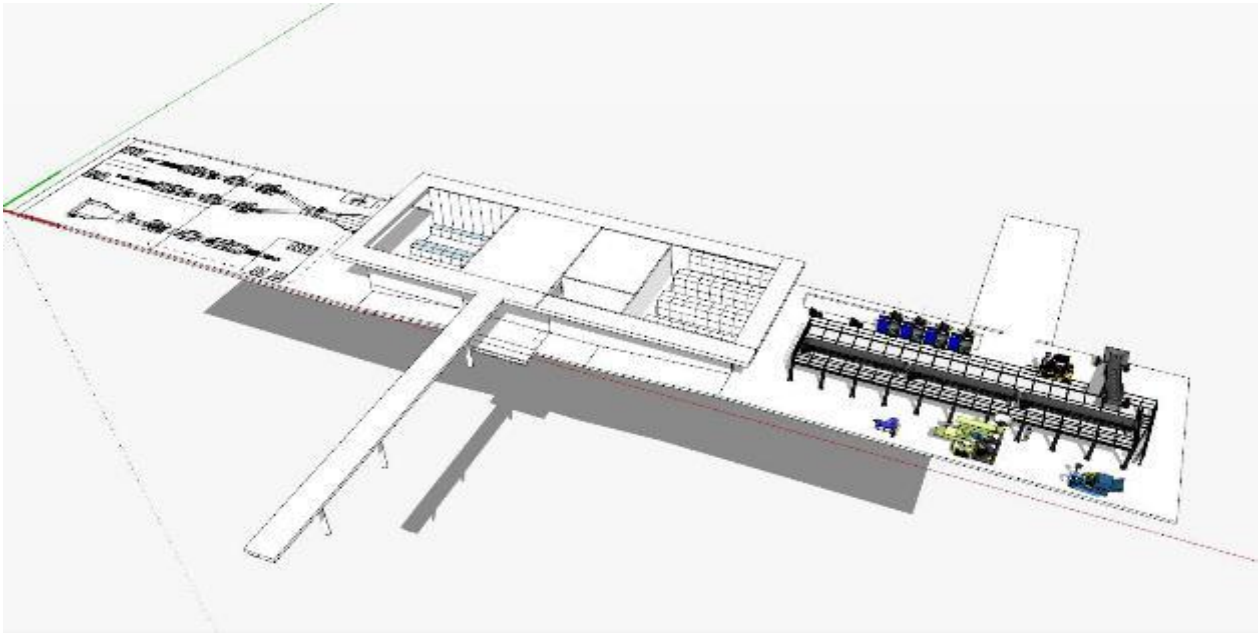


Fuente: Elaboración Propia



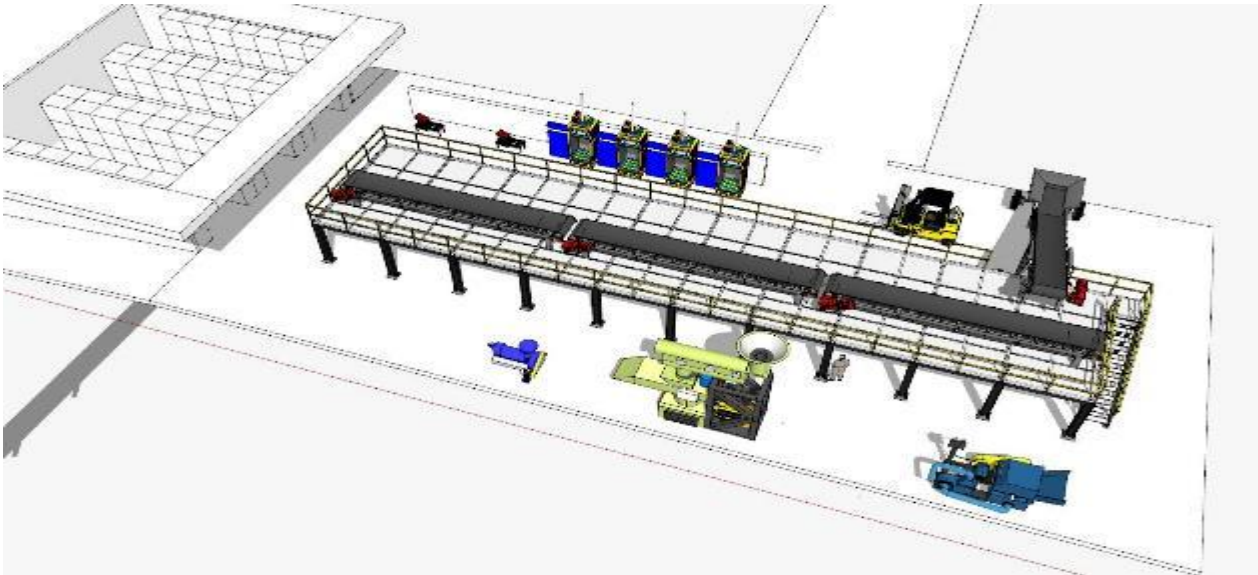
**6.2.4.Función**

**Ilustración 96. Planta funcional**



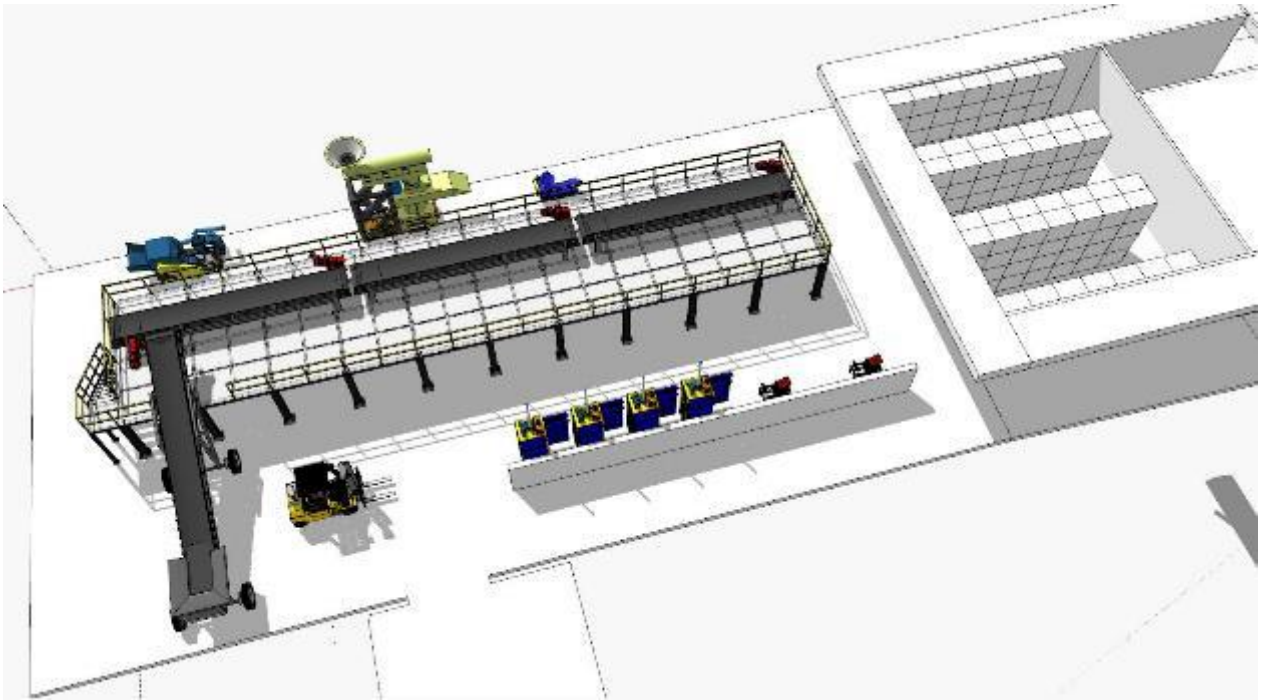
Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 97. Planta funcional área de clasificación**



Fuente: Elaboración Propia

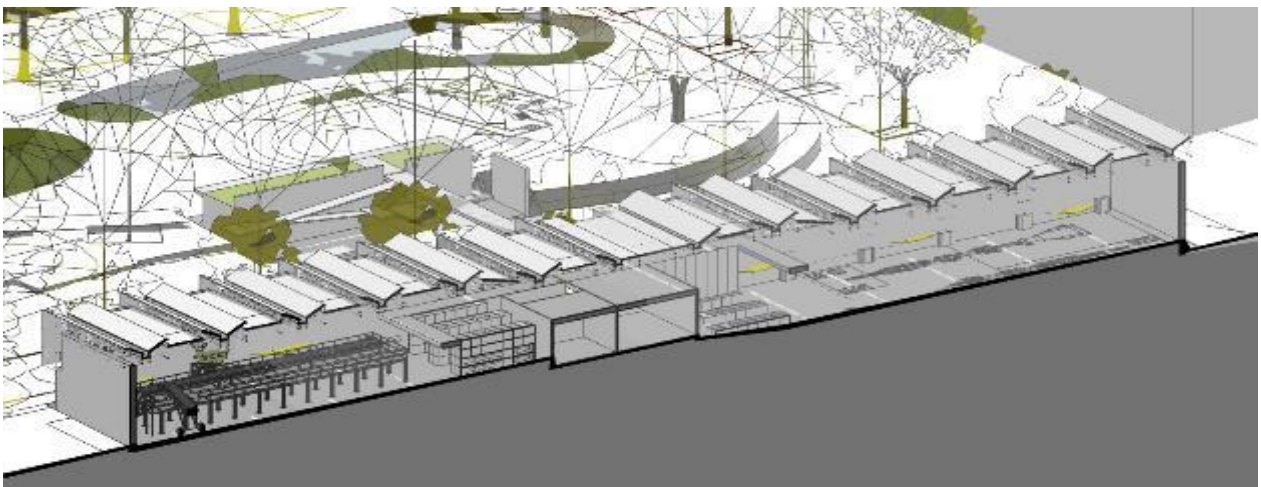
**Ilustración 98. Ilustración 78. Perspectiva área de clasificación**



Fuente: Elaboración Propia

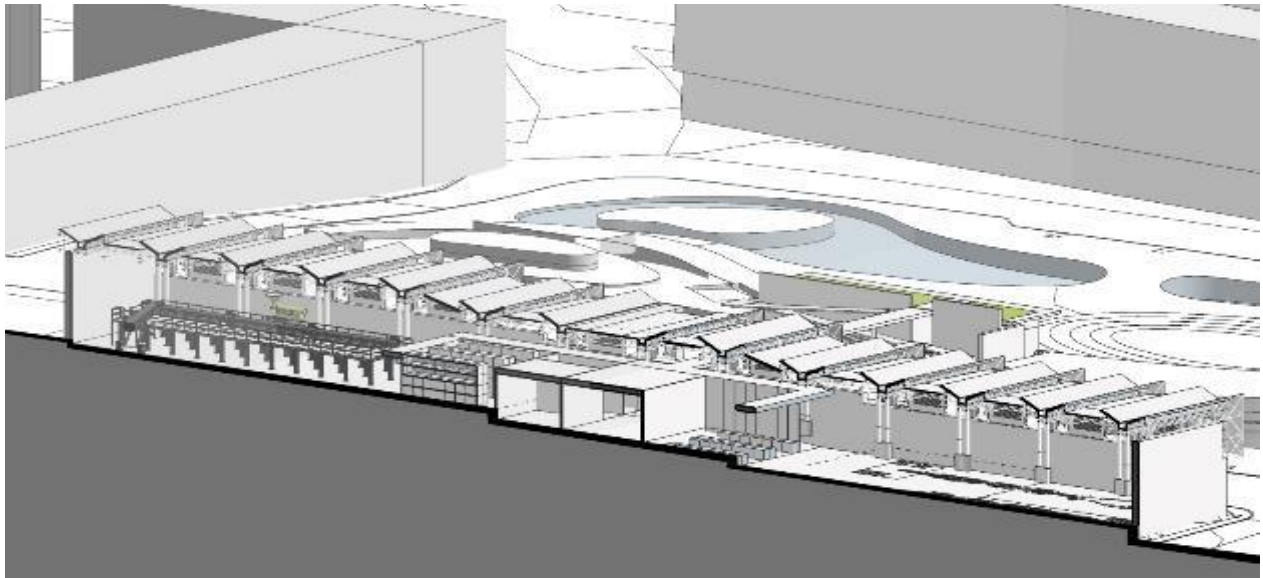
### 6.2.5.Espacio interior

**Ilustración 99. Corte interior 01**



Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 100. Corte Interior 02**

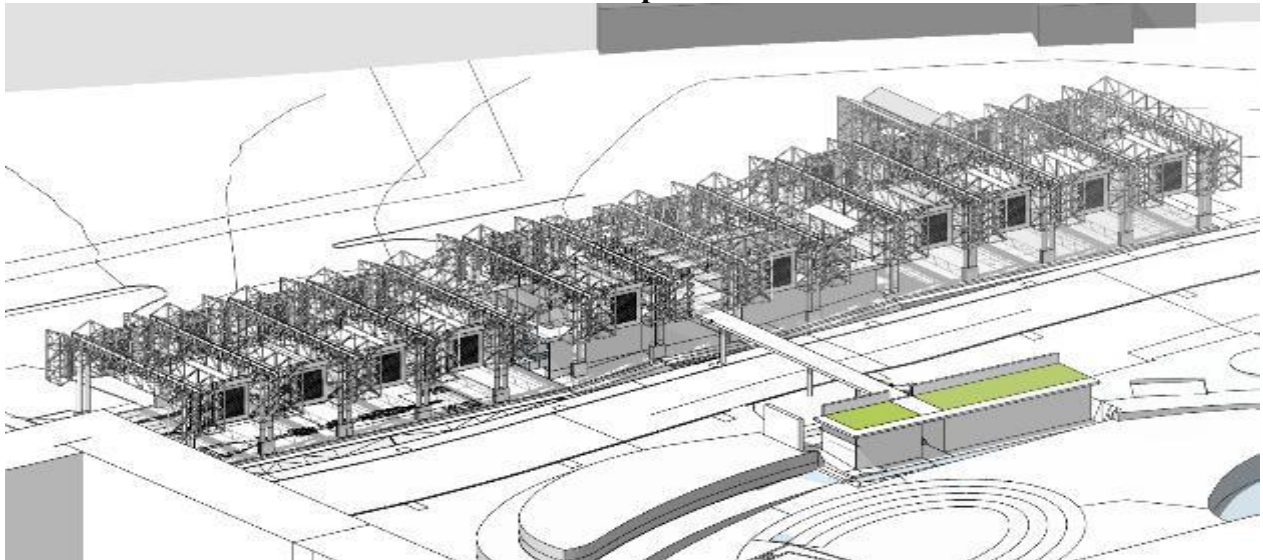


Fuente: Elaboración Propia

### **6.3. ASPECTO TECNOLÓGICO**

#### **6.3.1. Estructura**

**Ilustración 101. Propuesta Estructural**



Fuente: Elaboración Propia

### **6.3.2. Materiales**

### **6.3.3. Cerramientos**

Los envolventes de la edificación se acondicionan a los espacios interiores y exteriores para el funcionamiento de cada uno, se utilizan materiales como vidrio, concreto, cielo raso, entre otros; cerramientos para abrir, asegurar o protección del asoleamiento.

### **6.3.4. Instalaciones técnicas**

### **6.3.5. Detalles constructivos**



## **6.4. ASPECTO AMBIENTAL**

### **6.4.1. Relación estructura ecológica principal**

### **6.4.2. Fitotectura**

#### **6.4.2.1. Acacia roja**

Delonix Regia: Su ramaje es denso y muy extendido, su tronco cuenta con una corteza lisa de color crema.

**Ilustración 102. Acacia Roja**



Fuente (Molina Prieto, 2007)

#### **6.4.2.2. Almendro**

Terminalia carapa Corona de ramas horizontales simétricas dirigidas hacia arriba, Cuando el árbol envejece la corona de ramas se hace más aplanada, hasta formar una especie de Jarrón.

### Ilustración 103. Almendro



Fuente (Molina Prieto, 2007)

#### 6.4.2.3. Cámbulo

*Erythrina poeppigiana*

Árbol grande que puede alcanzar hasta 35 mts de altura. Presenta agujijones gruesos. Floración de color rojo anaranjado y se presenta en racimos erectos. Hojas alternas, compuestas, trifoliadas de 20<sup>a</sup> 30 cms de largo incluyendo los peciolo.

### Ilustración 104. Cámbulo



Fuente (Molina Prieto, 2007)

#### 6.4.2.4. Chirlobirlo

Árbol pequeño o perennifolio o caducifolio, de 1 a 10 mts de altura con diámetro de tronco a la altura de pecho de hasta 25 cms. Corteza dura y acostillada. Hojas compuestas flores amarillas.

**Ilustración 105. Chirlobirlo**

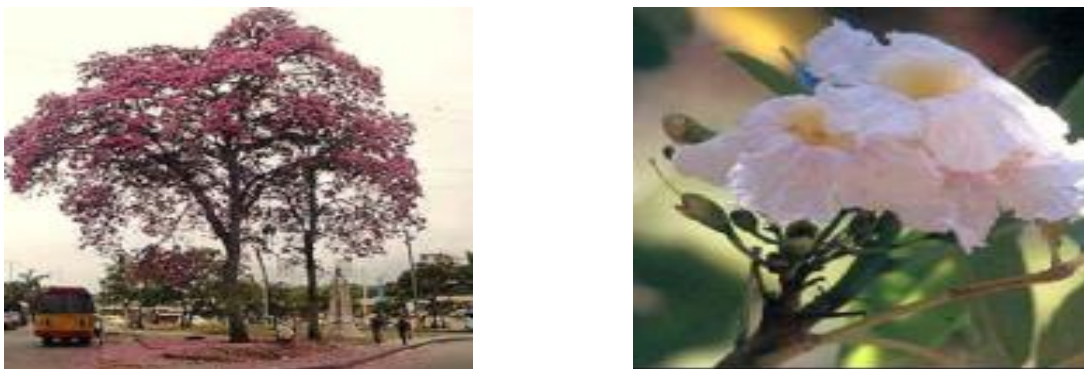


Fuente (Molina Prieto, 2007)

#### 6.4.2.5. Ocobo

Tabebuia rosea: Cuando florece nos invita a creer que vivimos en primavera, Sus hojas son pentafoliadas, es decir, cada una está compuesta de cinco hojas pequeñas ubicadas una frente a la otra a lo largo de las ramas.

**Ilustración 106. Ocobo**



Fuente (Molina Prieto, 2007)

### **6.4.3. Bioclimática**

### **6.4.4. Energías renovables y tecnologías limpias**



## **7. CONCLUSIONES**

En Colombia hay un bajo porcentaje de técnicas que apliquen el aprovechamiento de residuos sólidos hay pocas infraestructuras de estaciones de clasificación, dado que solo 68 municipios del país disponen sus residuos en este tipo de edificaciones (Sturzenegger & Terraza, 2010).

Actualmente estas problemáticas ambientales y sociales identificadas en la caracterización de los residuos sólidos se presentan en la ciudad de Villavicencio (Polanco & García, 2019); la ciudad no cuenta con una infraestructura para la clasificación de los residuos sólidos.

Se propone la Estación Autosostenible para la clasificación y el aprovechamiento de Residuos Sólidos en la ciudad de Villavicencio, que sirve para mitigar el impacto ambiental y contribuir la reducción de la disposición de residuos sólidos. El proyecto cuenta con tecnología de punta, pero especialmente se distingue por su componente de autosostenibilidad, demostrando coherencia entre la actividad económica principal y el beneficio medioambiental que este tipo de empresas genera para la humanidad.

## **8. RECOMENDACIONES**

Como estudiante recomiendo que se deben diseñar proyectos autosostenibles, implementando arquitectura que contribuya al manejo de los residuos sólidos urbanos con potencial de ser reincorporados en el ciclo de vida útil, solucionando las necesidades que se presentan en las ciudades o diferentes sectores a intervenir, diseñar cada proyecto teniendo en cuenta que se deben respetar las diferentes normas ya sea en su entorno o medio ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abdel , H. (10 de agosto de 2020). *Arquitectura del reciclaje: un viaje a través de las fábricas e instalaciones de recolección*. Obtenido de <https://www.archdaily.co>:  
<https://www.archdaily.co/co/945227/arquitectura-del-reciclaje-un-viaje-a-traves-de-las-fabricas-e-instalaciones-de-recoleccion>
- Alcaldía de Villavicencio. (29 de diciembre de 2015). Plan de Ordenamiento Territorial. *Acuerdo 287* . Villavicencio, Meta, Colombia: Concejo Municipal de Villavicencio.
- Alcantara, B., Carniero de Araujo, G., Rodrigues, C., & Costa , M. (2015). Compromiso organizacional y gestion de los materiales y activos en un desarrolllo de alcance economico: Un estudio en una cooperativa de reciclaje. . *Revista de Administracion Mackenzie*, 164 (4) pp. 15-42.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2018 de junio de 2010). <https://publications.iadb.org/>. Obtenido de [https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7177/Situacion\\_de\\_la\\_gestion\\_de\\_residuos\\_solidos\\_en\\_America\\_Latina\\_y\\_el\\_Caribe.pdf](https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7177/Situacion_de_la_gestion_de_residuos_solidos_en_America_Latina_y_el_Caribe.pdf)
- Bendek, R. (2011). Optimización y seguimiento de la gestión de residuos contaminantes encaminado al manejo autosuficiente y mejoramiento de los residuos aprovechables con las plantas recicladoras y emisoras de éstos. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Bettinni, V. (1998). *Elementos de Ecología Urbana*. Madrid: Editorial Trotta, S.A.
- Cespón, M., Castro, R., Curbelo, G., & Covas, D. (2015). Diagnóstico ecológico y económico de la cadena de suministros para el reciclaje de plásticos en el contexto empresarial cubano. *ScienceDirect*, 31(136);, pp. 347-358.
- Ching, F. D., & Shapiro, I. M. (2015). *Arquitectura Ecológica, Un Manual Ilustrado*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, SL,.
- Corporación De desarrollo Tecnológico. (2005). *Guía de Diseño Y construcción Sustentable*. Santiago de Chile: Camara Chilena de la Construcción.
- Corporación Financiera Internacional. (2013). *La Guía de Construcción Sostenible para el ahorro de agua y energía*. Bogotá: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio,.
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Lineamientos para la construcción de Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento de Residuos Sólidos*. Bogotá: Gobierno de Colombia.
- Departamento Nacional de Planeación y Banco Mundial. (2015). *Nacional de Infraestructura. Sector Residuos Sólidos*. . Bogotá D.C.: BM.
- Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Documento COMPES 3874 Política Nacional Para la Gestión Integral de residuos Sólidos*. Bogotá D.C.

- Dos Santos, A. L., & Wehenpohl, G. (2001). De pepenadores y triadores. El sector informal y los residuos sólidos municipales en México y Brasil. *Gaceta Ecológica* , pp. 70-80, 2001.
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy. Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*.
- FACULTAD Cs. AGROPECUARIAS – UNC. (2019). *Universidad nacional de Córdoba*.  
Obtenido de <http://agro.unc.edu.ar>:  
<http://agro.unc.edu.ar/~zoologia/ARCHIVOS/Metamorfosis%202019.pdf>
- Fonseca, M. L. (2012). Propuesta interiorista para un centro de rehabilitación integral para jóvenes de entre 12 a 18 años con problemas de drogadicción. *Tesis de pregrado*. Ecuador:: Universidad de las Américas.
- Gonzales, J. (. (2014). Analisis del sistema de recuperación y aprovechamiento de residuos sólidos inorgánicos provenientes del sector domiciliario del Municipio de Santiago de Cali, Tesis de pregrado. . Santiago de Cali, Colombia: Universidad Autónoma de Occidente.
- Hoof, B., Monrroy, N., & Saer, A. (2008). *Produccion mas limpia, paradigma de gestion ambiental*. Bogota: Universidad de los Andes.
- Hormiga, M., & Pabuce, Y. (2016). Propuesta de mejoramiento productivo y economico para la cooperativa de trabajo asociado recicladores unidos por el medio social Colombiano (RECUMPSOC) de Floridablanca Santander, desde su proceso de Reciclaje. *Tesis de Pregrado*. Bucaramanga, Santander, Colombia: Universidad Santo Tomás.
- Leach, N. (2005). *Rethinking Architecture: A Reader in Cultural Theory*. Abingdon: Routledge.
- Lourenço, J., Barbosa, M., & Cirne, L. (2016). The reverse logistics applied to solid waste urban management on Municipality of Campina Grande-PB. *Revista Espacios*.
- Madueño, D. (. (2012). EL proceso de formalización de recicladores y la reproducción de las condiciones de desigualdad en la microempresa Fuerza Emprendedora Lima Norte (FELN), . *Tesis de pregrado*. Lima, Perú: Instituto de estudios Peruanos.
- Marmolejo, L., Torres, P., Oviedo, R., García, M., & Díaz, L. (2017). Analisis del funcionamiento de plantas de manejo de residuos sólidos en el norte del Valle del Cauca. EIA, pp. 163-174, 2011.
- Martínez, R., & Fernández, A. (2008). *Martínez, R. y Fernández, A. (2008). Metodologías e instrumentos para la formulación, evaluación y monitoreo de programas sociales*. COMFAMA/CEPAL.
- Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial. (2015). *Balance general de los POT de primera generación. Ponencia central. Comité Especial Interinstitucional*. Bogotá D.C., Colombia: Comisión de Ordenamiento Territorial (COT).
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y territorio. (2015). *Resolución 549 de 2015*. Bogotá.

- Polanco, R. H., & García, D. F. (2019). Caracterización de la gestión de Residuos. *Revista Espacios*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2016). *Global Material Flows and Resource Productivity. Assessment Report for the UNEP International Resource Panel*. Paris: PNUMA.
- Ramírez, C., & Ávila, J. (2015). Planteamiento de propuesta metodológica para la separación de residuos sólidos en hogares de bogotá que genere un impacto económico positivo para los hogares, para la población recicladora y para los entes responsables. Bogotá, Colombia: Universidad Javeriana.
- Rosales, M. A. (2016). Relación entre Arquitectura - Ambiente y los principios de la Sustentabilidad. . *Multiciencias*, 16(3), 259-264., pp.
- Sánchez, L. E. (2007). Diagnostico de la salud ocupacional en el sector de los recicladores informales del area urbana del municipio de Neiva. *Tesis de Pregrado*. Neiva, Huila, Colombia: Universidad Surcolombiana.
- Sturzenegger, G., & Terraza, ., H. (2010). *Dinamicas de Organizacion de los Recicladores Informales (Tres casos de estudio en America Latina)*. Banco Interamericano de desarrollo- Sector de infraestructura y medio Ambiente.
- Superintendencia de Servicios Publicos Domiciliarios. (2008). *Diagnostico sectorial. Plantas de aprovechamiento de Residuos Solidos. Colombia*. Bogotá, Colombia.
- Torres Búa, M. (30 de abril de 2014). <https://www.edu.xunta.gal/>. Obtenido de [https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947489/contido/75\\_cerchas.html](https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947489/contido/75_cerchas.html)
- Troschinetz, A., & Mihelcic, J. (2009). Sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries. *ScienceDirect*, 29(2); pp. 915-923.
- Vilches, M. (2012). *Indicadores para el diagnosticos ambiental de la entidades de CUBACAR*. La Habana: Instituto superior Politecnico Jose Antonio Echeverria.
- Yepes, D. L., Vélez, P. A., & Gómez, W. M. (2008). Fortalecimiento de las condiciones laborales y de productividad del reciclaje en Medellin, Colombia.,. *Gestion y ambiente*, 11(1); 85-95., pp.