



# Desarrollo de un Modelo tipológico para Plantas de Tratamiento de Residuos Sólidos

● Autora: Sharon Fernanda Agudelo Vega

Desarrollo de un Modelo Tipológico para Plantas de  
Tratamiento de Residuos Sólidos

Sharon Agudelo Vega

Monografía de Proyecto de Grado  
Para optar por el título de Arquitecta.

Línea de investigación: Ciudad y medio ambiente  
Subcategoría: Investigación Previa al Desarrollo del  
Proyecto “o” Proyectual

Director del proyecto:  
Arq. Carolina Ingrid Betancourt Quiroga

Universidad Antonio Nariño  
Facultad de Artes  
Programa de Arquitectura  
Bogotá, DC  
2021

El Trabajo de Grado titulado “**Desarrollo de un Modelo Tipológico para Plantas de Tratamiento de Residuos Sólidos**”; desarrollado por Sharon Agudelo Vega, cumple con los requisitos para optar al título de Arquitecta.

---

**Firma del Tutor**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

**Bogotá DC, Mayo del 2021**

## ● Cap. 1 Preliminares

- 1.1 Resumen
- 1.2 Abstract
- 1.3 Introducción
- 1.4 Objeto de Estudio
- 1.5 Problemática
- 1.6 Objetivos
- 1.7 Población objetivo
- 1.8 Justificación del proyecto
- 1.9 Alcance
- 1.10 Metodología

## ● Cap. 2 Marco Teórico

- 2.1 Estado del arte
- 2.2 Marco conceptual
- 2.3 Referentes Projectuales
- 2.4 Marco Normativo
- 2.5 Características de las Plantas de Tratamiento de RS.

## ● Cap. 3 Marco Projectual

- 3.1 Análisis del tipo de referentes
- 3.2 Diagnostico de referentes
- 3.3 Determinantes y criterios para la localización del modelo
- 3.4 Determinantes y criterios de diseño tipológico
- 3.5 Determinantes y criterios para la mitigación de impacto ambiental
- 3.6 Otras variables a tener en cuenta

## ● Cap. 4 Propuesta

- 4.1 Propuesta General
- 4.2 Propuesta Conceptual
- 4.3 Propuesta tipológica
- 4.4 Sostenibilidad
- 4.5 Desarrollo Arquitectónico por elemento

## ● **Cap. 5 Conclusiones**

- 5.1 Conclusiones
- 5.2 Lista de gráficos
- 5.3 Lista de tablas
- 5.4 Lista de anexos
- 5.5 Bibliografía

# Cap. 1

## Preliminares

---

## 1.1 RESUMEN

En este trabajo de investigación se desarrolla un modelo tipológico para Plantas de Tratamiento de Residuos Sólidos (PTRS). Por lo tanto, se hizo un análisis funcional, formal de referentes arquitectónicos, así mismo, se realizó una investigación documental del estado del arte de los Residuos Sólidos (RS) en la ciudad de Bogotá, para ello, inicialmente se analiza cómo está conformada la gestión de los mismos a nivel internacional. Así mismo se identificaron los sistemas de disposición final con los que cuenta Colombia. Todo lo anterior, con el fin de adquirir y complementar datos que son elementales para el desarrollo de un modelo sostenible y a su vez mejorar el estado actual de la infraestructura destinada al tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos.

El análisis anterior sirve de gran aporte para establecer los parámetros de una edificación en donde se cumpla con la función de tratar y aprovechar la basura y así mismo, aporte a la disminución de impactos hacia el medio ambiente, que promueva la valorización de residuos sólidos, teniendo en cuenta-además- eficiencia y sea menos generadora de contaminación, ya que los gases producidos durante la valorización energética afectan negativamente a la atmosfera.

**Palabras Clave:** Modelo tipológico, Desarrollo Sostenible, Sistemas de Disposición Final, Residuos Sólidos.

## 1.2 ABSTRACT

In this research work, a typological model for Solid Waste Treatment Plants (PTRS) is developed, involving architectural design processes that correspond to the mechanized and manual transformation of Solid Waste (RS).

For the present work, a functional, formal analysis of architectural references was made, likewise, a documentary investigation of the state of the art of Solid Waste (RS) in the city of Bogotá was carried out, for this, we now analyze how the managing them at an international level. Likewise, the final disposal systems that the country has were identified. All of the above, in order to acquire and complementary data that are essential for the development of a model and in turn improve the current state of the infrastructure for the treatment and use of solid waste.

The previous analysis serves as a great contribution to establish the parameters of a building where the function of treating and taking advantage of garbage is fulfilled and likewise, it contributes to the reduction of impacts on the environment, which promotes the recovery of solid waste, taking into account -in addition- efficiency and is less generating of pollution, since the gases produced during the energy recovery could be dangerous for health and for the environment.

**Key words:** Typological model, Sustainable Development, Final Disposal Systems, Solid Waste.

### 1.3 INTRODUCCIÓN

La presente investigación se basa en el desarrollo de un modelo tipológico para una Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos PTRS en el departamento de Cundinamarca, basada en la separación, clasificación y compactación de los Residuos Sólidos Aprovechables (RSA). Este tipo de instalaciones industriales son indispensables para el manejo integral de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), puesto que en ellas se reciclan materiales, reincorporándolos al ciclo económico-productivo de la sociedad, y a su vez disminuyendo la cantidad de RSU que llegan a los rellenos sanitarios. Claro está, que si los residuos de una ciudad no son tratados de una manera correcta, generan impactos negativos tanto en el medio ambiente como en la población. Además existen otras problemáticas, tales como la falta de información para esclarecer los parámetros de diseño de los establecimientos de este tipo.

La investigación de los impactos ambientales están asociados a la dinámica de consumo, el aprovechamiento es una oportunidad para mitigar impactos y reincorporar los materiales nuevamente al ciclo y a la cadena de valor, todo esto a su vez, reduce la sobrecarga de espacio que presenta el Relleno Sanitario Doña Juana (RSDJ) a través de un proyecto arquitectónico, ya que en la medición, cuantificación y caracterización de los residuos generados en Bogotá, se pone en evidencia, los puntos críticos tanto de la gestión como del proceso y de la infraestructura, para los cuales se deben desarrollar áreas que permitan la gestión de residuos de una forma más eficiente y tecnificada para contribuir a la reducción de impactos.

### 1.3 INTRODUCCIÓN

La presente investigación se basa en el desarrollo de un modelo tipológico para una Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos PTRS en el departamento de Cundinamarca, basada en la separación, clasificación y compactación de los Residuos Sólidos Aprovechables (RSA). Este tipo de instalaciones industriales son indispensables para el manejo integral de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), puesto que en ellas se reciclan materiales, reincorporándolos al ciclo económico-productivo de la sociedad, y a su vez disminuyendo la cantidad de RSU que llegan a los rellenos sanitarios. Claro está, que si los residuos de una ciudad no son tratados de una manera correcta, generan impactos negativos tanto en el medio ambiente como en la población. Además existen otras problemáticas, tales como la falta de información para esclarecer los parámetros de diseño de los establecimientos de este tipo.

La investigación de los impactos ambientales están asociados a la dinámica de consumo, el aprovechamiento es una oportunidad para mitigar impactos y reincorporar los materiales nuevamente al ciclo y a la cadena de valor, todo esto a su vez, reduce la sobrecarga de espacio que presenta el Relleno Sanitario Doña Juana (RSDJ) a través de un proyecto arquitectónico, ya que en la medición, cuantificación y caracterización de los residuos generados en Bogotá, se pone en evidencia, los puntos críticos tanto de la gestión como del proceso y de la infraestructura, para los cuales se deben desarrollar áreas que permitan la gestión de residuos de una forma más eficiente y tecnificada para contribuir a la reducción de impactos.

La metodología utilizada se desarrolla en el marco de la Investigación proyectiva; en la que se elabora un modelo tipológico, a través del cual se da solución a una necesidad físico espacial, por medio de un análisis y diagnóstico preciso de las necesidades formales asociadas a las relaciones funcionales. En esta se analiza y estudia, como debería ser el modelo para funcionar adecuadamente, implicando procesos de diseño y creación de una propuesta.

Como objetivo se pretende desarrollar un modelo tipológico para una Planta de Tratamiento de

Residuos, con un desarrollo físico espacial que responda al análisis arquitectónico de los modelos existentes dentro de la ciudad, como también, de otros países más desarrollados. Además, asociando la forma a la función en el desarrollo tipológico, a su vez, enfocando al trabajo de diseño en la regulación de impactos ambientales y sociales.

La estructuración del contenido del presente trabajo, se desarrolla mediante cuatro capítulos ilustrados en el siguiente gráfico.



**Gráfico 1. Estructura de contenido**  
Fuente: Elaboración propia

En el **Capítulo 1. Preliminares**, se da una introducción al tema investigativo, en la que se describe cómo se planteará el desarrollo de éste proyecto; se realizará el resumen el cual describe el tema de estudio; además se especifica la problemática y los objetivos del proyecto. Así mismo, se caracteriza a la población objetivo; luego se da justificación al proyecto, se enmarca el mismo dentro de un alcance y se describe la metodología dentro de la cual se desarrolla el proyecto.

Respecto al **Capítulo 2. Marco Teórico** se lleva a cabo el estudio del estado del arte para comprender el ámbito en torno a este tema, conforme a ello se elaborara un marco conceptual con el fin de dar sustento claro a los conceptos que definen el proyecto; además se hace una caracterización de los referentes proyectuales para una enmarcación y adquisición de pautas de diseño; por consiguiente se fundamenta el

marco normativo que regirá algunos parámetros de diseño; para finalizar este capítulo se identificarán las características de las plantas de tratamiento de residuos sobre los cuales se conocerá su taxonomía.

Ahora bien, en el **Capítulo 3. Marco Proyectual**, se inicia con la caracterización y análisis de la infraestructura existente que soporta el aprovechamiento de RS para su posterior clasificación, además se analiza la estructura formal y funcional de dichas instalaciones, así mismo los impactos sociales y ambientales generados en cada tipología con el objetivo de diagnosticarlos.

En el **Capítulo 4. Propuesta**, se desarrollara un modelo tipológico, que cumple con ciertos parámetros de diseño teniendo en cuenta criterios de sostenibilidad y el **Capítulo 5** contiene las conclusiones.

## 1.4 OBJETO DE ESTUDIO

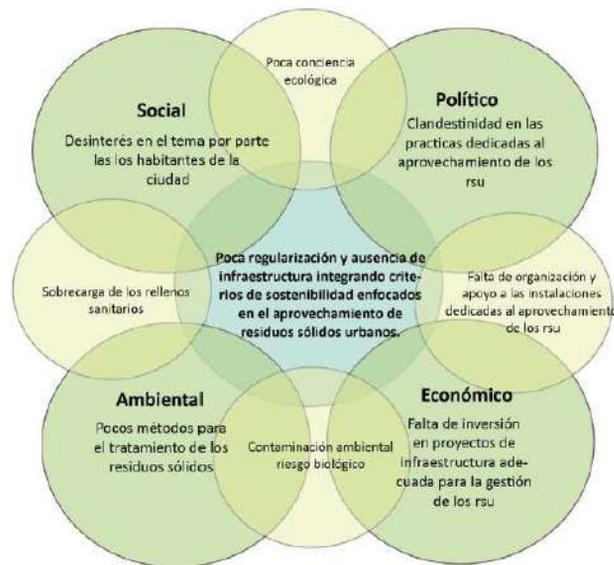
Los impactos y gastos energéticos que demandan las etapas de recolección, separación y disposición de los residuos sólidos urbanos, son las variables que se tienen como objeto de estudio para la presente investigación.

Las plantas de tratamiento de residuos sólidos son necesarias para cubrir con la demanda de producción de residuos aprovechables que se generan en la ciudad, evitando así que la mayoría de estos desechos terminen en los rellenos sanitarios, en las fuentes hídricas, impactando sobre los ecosistemas e infraestructura de la ciudad afectando la belleza del contexto urbano porque contaminan el ambiente.

En el gráfico 2, se identifican el problema central de las plantas de tratamiento de RS que funcionan actualmente en la ciudad, así como sus causas y efectos.

## 1.5 PROBLEMÁTICA

Considerando que la problemática está presente en criterios ambientales, políticos, económicos, sociales y a su vez, las causas y efectos están rigurosamente relacionadas a los impactos negativos ambientales, generados por la mala disposición de los residuos y poco tratamiento de los mismos, se hace pertinente una investigación acerca de este tema.



**Gráfico 2. Flor de problemas**  
Fuente: Elaboración propia

- PROBLEMA CENTRAL
- CAUSAS
- EFECTOS

## 1.6 OBJETIVOS

### 1.6.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo tipológico para una Planta de Tratamiento Mecánico-Biológico de residuos sólidos, integrando criterios de sostenibilidad. Todo esto por medio de una recopilación de información, análisis y diagnóstico para definir las determinantes y criterios de diseños los cuales serán usados para la proyección de dicho modelo.

### 1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar el estado del arte de la gestión de los residuos sólidos a nivel internacional, nacional y distrital, con el fin de adquirir conocimientos y aportar positivamente al desarrollo de un

modelo tipológico de Planta de Tratamiento de Residuos sólidos.

2. Clasificar y diagnosticar los diferentes tipos de infraestructuras dedicados al aprovechamiento relacionados con la gestión de residuos sólidos a nivel metropolitano e internacional, para establecer los parámetros de una edificación en donde se cumpla con la función de tratar y aprovechar la basura.
3. Desarrollar la propuesta del modelo tipológico para una capacidad determinada, materialidad adecuada y confort térmico.

## 1,7 POBLACIÓN OBJETIVO

Como se observa en el grafico 3, este proyecto incluye a usuarios residenciales, generadores o productores, entidades territoriales encargadas de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) y las empresas de reciclaje por ser quienes intervienen en todo el tratamiento de los residuos solidos urbanos, así que se convienen en la población que obtendrá mayores beneficios a través de este proyecto.

Sin embargo, estas ventajas no solo contribuyen a la reducción de emisiones y, por tanto, ayudan a paliar los problemas del cambio climático, sino que también benefician a toda la sociedad, pues con el desarrollo de este tipo de proyectos se aporta a la infraestructura destinada al aprovechamiento y tratamiento de residuos solidos, la cual actualmente es ineficiente, permitiendo a su vez una transición a

una economía sostenible reduciendo los impactos ambientales, mejorando la eficiencia en el uso de los recursos naturales.



Gráfico 3. Población Objetivo  
Fuente: Elaboración propia

## 1.8 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Uno de los factores de gran importancia de este proyecto, es el análisis de la infraestructura actual encargada de la disposición y tratamiento de residuos sólidos en Bogotá, en el ámbito de la arquitectura se hace indispensable la evaluación de dicho panorama, pues esto permite el desarrollo de un modelo tipológico en donde se articulan los elementos formales y funcionales.

En cuanto el marco normativo de las PTRSU, se observa la falta de reglamentación para temas de localización, infraestructura y ambiente, sin embargo se pueden adaptar los criterios establecidos por el Decreto Único Reglamentario del Sector 2015 (Capítulo 3, sección 2) en donde se establecen las especificaciones técnicas y ambientales de rellenos sanitarios, resaltando las especificaciones de selección de sitios y los elementos de protección que se deben incorporar para controlar las interacciones

de los residuos con el medio ambiente como mecanismo para minimizar los impactos ambientales.

Otra de las cuestiones de vital importancia en el desarrollo del proyecto, se basa en la clasificación de impactos ambientales presentes en los procesos de tratamiento de los RSU, entre los cuales tenemos generación de CH<sub>2</sub> (Metileno), producción de aguas residuales, contaminación de fuentes hídricas, entre otros. Ahora bien, la clasificación de impactos permite la integración de parámetros arquitectónicos con miras a la reducción de dichos impactos.

Es así como estas situaciones hacen necesario el estudio del tema, para a través de un proyecto arquitectónico permitir la generación de una propuesta que contribuya al desarrollo físico espacial y la reducción de impactos ambientales.

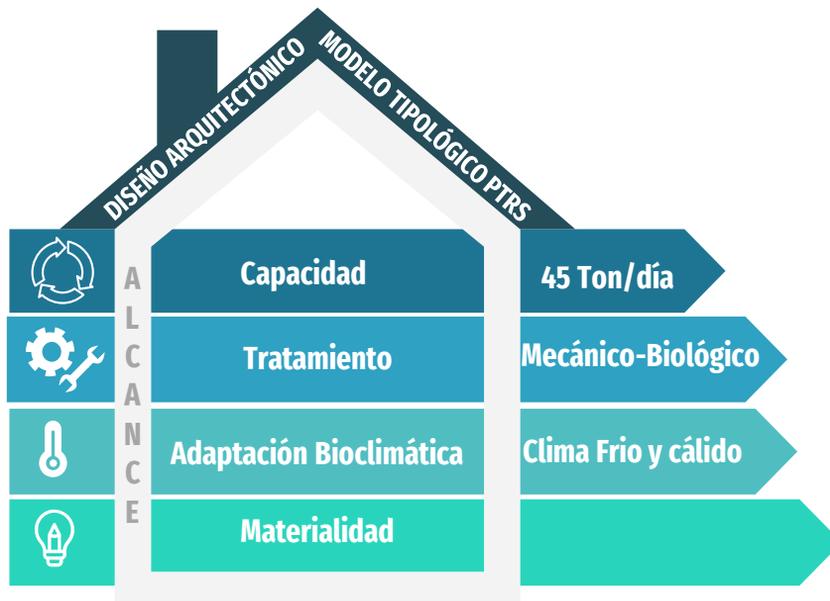
## 1.9 ALCANCE

Este proyecto plantea el diseño de un modelo tipológico para una planta de tratamiento de residuos sólidos, que cumple con ciertas características acordes a la capacidad, materialidad y confort, ver gráfico 4 ; la cual se propone para incrementar beneficios ambientales, tales como: la reducción de contaminación generada por la descomposición de los RS, aumentar la vida útil del relleno sanitario Doña Juana y reducir la demanda de materias primas, ayudando a preservar los recursos no renovables, a su vez, reducir el uso de energía al reincorporar al ciclo productivo materiales reciclados. Además permitirá fortalecer la infraestructura de la gestión integral de residuos sólidos en la ciudad.

Según los parámetros establecidos por la Facultad

de Artes y programa de Arquitectura de la Universidad Antonio Nariño, este proyecto se enmarca en la línea de *Investigación* denominada: *Ciudad y medio ambiente*. Este tipo de estudio 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. Para esto se clasifica en la sub categoría *Investigación Previa al Desarrollo del Proyecto “o” Proyectual*, pues se desarrolla en medio de un trabajo investigativo para la producción de un avance en el estado de los modelos existentes dedicados al aprovechamiento y tratamiento de los RSU.

1.9 ALCANCE



**Gráfico 4.** Alcance de la investigación proyectual  
 Fuente: Elaboración propia

## 1.10 METODOLOGÍA

Este trabajo se define como una “*investigación de tipo proyectiva*”; como lo afirma Jacqueline Hurtado de Barrera “consiste en la elaboración de una propuesta, un plan o procedimiento, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de una institución, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, de los procesos explicativos y de las tendencias futuras (Hurtado, 2010, p.567).

La elaboración de una investigación proyectiva involucra técnicas propias, métodos, procesos y enfoques, ya que se basa en diseños o creaciones para cubrir una necesidad, teniendo en cuenta conocimientos anteriores. El *enfoque proyectivo* “refiere a un proyecto en cuanto a aproximaciones o

modelo teórico”. (Palella y Martins, 2010, p.94)

### 1.10.1 FASES METODOLÓGICAS:

La evolución del presente trabajo consta de cuatro fases metodológicas que se ilustran en el gráfico 5, las cuales se desarrollan de la siguiente manera: en la fase uno, se formula la problemática; en la fase dos, se clasifica y analiza la información recolectada acerca del tema que se va a abordar durante la investigación; en la fase tres, se inicia con un diagnóstico con base al análisis de la fase anterior para luego establecer parámetros y criterios de diseño que serán aplicados para dar forma al modelo tipológico; y finalizar con la fase cuatro, se define y se propone las condiciones del modelo tipológico.



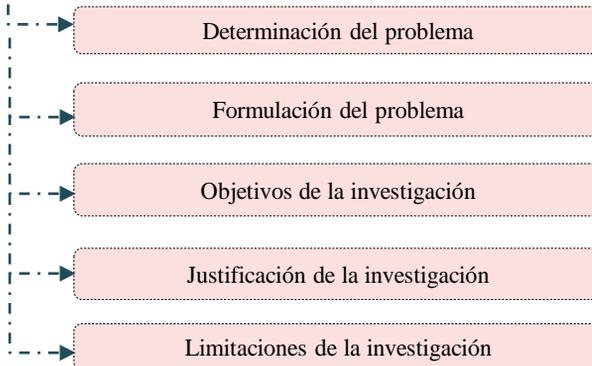
**Gráfico 5. Fases metodológicas**

*Fuente: Elaboración propia*

## FASE UNO

### Formulación del problema

Esta fase consiste en reducir el problema en conceptos más concretos, claros y con precisión, así mismo se delimita a un espacio, tiempo y población. Y es así como la investigación delimita los objetivos y se da una introducción al tema en específico para dar paso a la siguiente fase.





## FASE DOS

### Recolección, clasificación y análisis de la investigación

En esta fase, como su nombre lo indica, se recolecta los escritos que contienen información referente al tema para establecer una clasificación de variables que faciliten el análisis cualitativo y cuantitativo de los temas relacionados con la investigación.

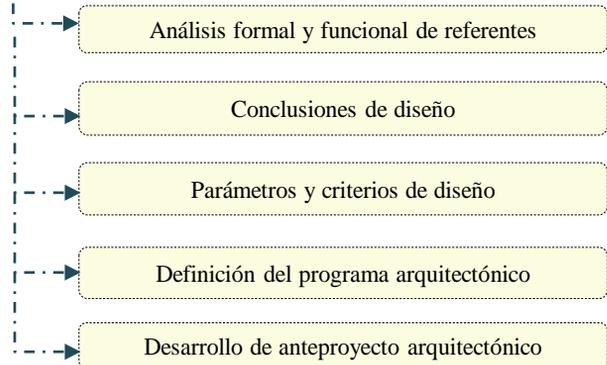




## FASE TRES

### Definición de parámetros y criterios de diseño

En esta fase, para deconstruir la necesidad general, se identifican las características de referentes arquitectónicos para definir los criterios de diseño y normativos que se deben aplicar a las primeras intenciones de diseño, estableciendo la propuesta del modelo tipológico.

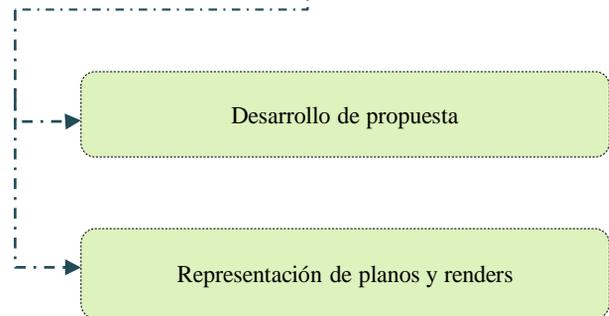




## FASE CUATRO

### Desarrollo del Modelo Tipológico

Para finalizar, en la fase cuatro se desarrolla la propuesta de diseño de forma específica respondiendo a las necesidades arquitectónicas relacionadas a la forma y función de acuerdo a lo establecido en la fase tres.



# Cap. 2 Marco Teórico

---

## 2.1 ESTADO DEL ARTE

A medida que los países se van desarrollando, las estrategias de la gestión de desechos también deben evolucionando. Además, la rápida urbanización y el crecimiento de la población crean centros de población más grandes, lo que dificulta cada vez más la recogida de todos los residuos y la obtención de tierras para su tratamiento y eliminación. Si no se adoptan medidas urgentes para 2050, los desechos a nivel mundial crecerán un 70% con respecto a los niveles actuales.

World Bank Group. (2018). *What a Waste 2.0*.

En la sexta conferencia de la cátedra “Nuestro futuro” (2020), organizada por el Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de América Latina y el Caribe (CODS), Manuel Rodríguez Becerra – profesor de la Universidad los Andes – expone que las ciudades ocupan el 3% de la superficie terrestre y que el 70% de los gases de invernadero se producen en las ciudades. Así mismo se generan 1.3kg de basura per cápita (habitante/día) y más de la mitad termina siendo

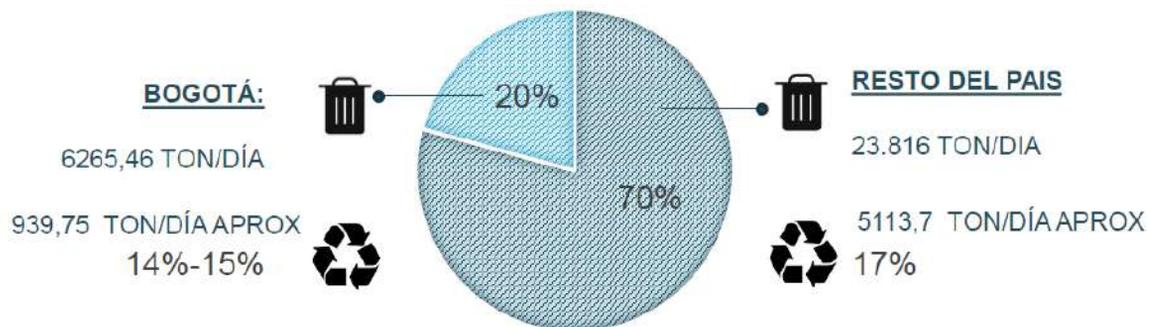
desechada en rellenos sanitarios o en los océanos.

De acuerdo con el último informe de disposición final de Residuos Sólidos (2018), en Colombia, se produce 30.081 ton/día de RS y se recicla 5113,7 ton/día aproximadamente, lo que equivale a un 17% (Ver gráfico 10) es por esto que la gestión integral de residuos sólidos promueve la disminución en la generación de los mismos, actividad que inicia desde la fuente y debe continuar avanzando hasta lograr el máximo aprovechamiento de los bienes generados, así mismo, de las materias primas utilizadas. En la ciudad de Bogotá se produce el 20% del total de RS generados a nivel nacional lo que equivale a 6265,46 ton/día, informe de disposición final de Residuos Sólidos (2018), *superservicios*; y se cuenta con poca infraestructura con la que se pueda aprovechar y tratar el Material Potencialmente Aprovechable (MPA).

## 2.1 ESTADO DEL ARTE

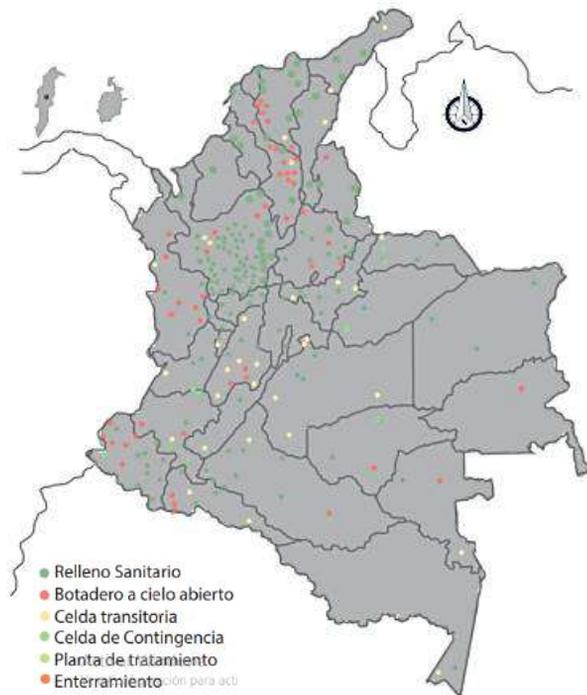
En Colombia, existen sitios de disposición final de Residuos Sólidos, estos pueden clasificarse como Autorizados y No Autorizados, teniendo en cuenta si poseen un instrumento de seguimiento ambiental (Plan de manejo o Licencia ambiental) para su operación y si son reconocidos como alternativas de disposición final de conformidad con lo establecido

en la Resolución 1890 de 2011, el Decreto 1077 de 2015, la Resolución 330 de 2017, el Decreto 1784 de 2017 y demás normas concordantes. Superservicios. (2018) *Informe final de residuos sólidos*.



**Gráfico 6.** Generación de RS Bogotá vs Resto del país  
Fuente: Elaboración propia

## 2.1 ESTADO DEL ARTE



**Gráfico 7.** Sistemas de Disposición Final en Colombia

Fuente: Superservicios. (2018) *Informe final de residuos sólidos*

### 2.1.1 Disposición Final de Residuos Sólidos en Colombia

Los sistemas de de disposición final autorizados en Colombia son: los rellenos sanitarios, las plantas de tratamiento y las celdas de contingencia. Por otro lado, los sistemas que no están autorizados son: las celdas transitorias, los botaderos a cielo abierto, enterramientos, vertimientos a cuerpos de agua y quema de residuos sólidos. Superservicios. (2018) *Informe final de residuos sólidos*. En el gráfico 11 se ven localizados dichos sistemas de disposición final en el país.

Colombia cuenta con 1.102 municipios que disponen 30.0814 toneladas diarias de residuos sólidos en 216 sitios de disposición final desagregados en 6 tipos de sistemas anteriormente nombrados.

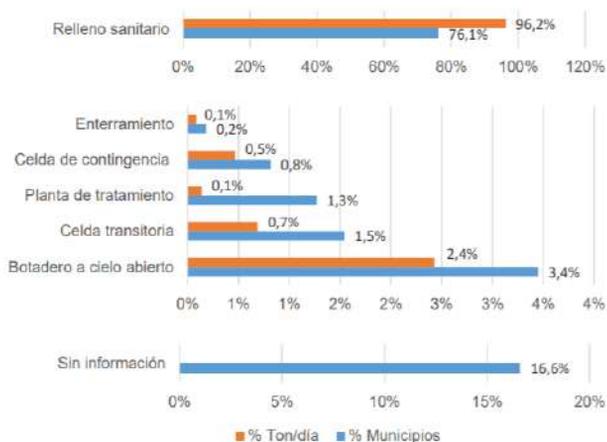
**Tabla 1.** Toneladas dispuestas en cada Sistema de Disposición Final.

El 78% de los municipios (865) se encuentra disponiendo en sitios autorizados, lo que corresponde al 97% de los residuos, mientras que el 5% de los municipios (61) lo hacen en sitios no autorizados, de igual manera el 17% de los municipios no cuentan con información. Superservicios. (2018) *Informe final de residuos sólidos*. Las toneladas diarias que se dispusieron a nivel nacional se distribuyen según el tipo de sistema, de la siguiente manera de mayor a menor (ver *tabla 1*):

SISTEMA DE DISPOSICIÓN FINAL	TOTAL	AUTORIZADO	TON/DÍA	%
Relleno Sanitario	144	SI	28.937	96,6%
Botadero a cielo abierto	41	NO	727	2,4%
Celda transitoria	18	NO	212	0,7%
Celda de contingencia	8	SI	139	0,5%
Planta de tratamiento	3	SI	40	0,1%
Enterramiento	2	NO	25	0,1%

*Fuente:* Superservicios. (2018) *Informe final de residuos sólidos*.

Dentro de los sitios autorizados, el país cuenta con 144 rellenos sanitarios, 8 celdas de contingencia y 3 plantas de tratamiento. Por otra parte, frente a los sistemas no autorizados de disposición de residuos, en el territorio colombiano podemos encontrar 41 botaderos a cielo abierto, 18 celdas transitorias y 2 sitios de enterramientos.



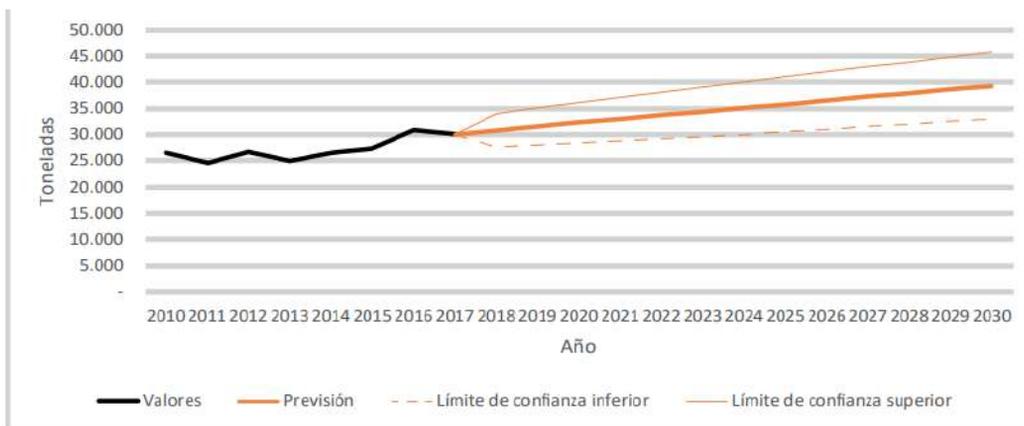
**Gráfico 8.** Porcentaje de municipios atendidos versus toneladas diarias promedio según sistema de disposición. Fuente: Superservicios. (2018) Informe final de residuos sólidos

Dentro de los sitios autorizados, el país cuenta con 144 rellenos sanitarios, 8 celdas de contingencia y 3 plantas de tratamiento. Por otra parte, frente a los sistemas no autorizados de disposición de residuos, en el territorio colombiano podemos encontrar 41 botaderos a cielo abierto, 18 celdas transitorias y 2 sitios de enterramientos.

Como se evidencia en el *Gráfico 12*, el 96,8% de los residuos sólidos del país se disponen en sitios autorizados; mientras que, 3,2% fueron dispuestas en sistemas no autorizados (botaderos a cielo abierto, celdas transitorias y sitios de enterramientos) durante la vigencia 2017. Al comparar estos resultados con lo que se evidenció para la vigencia 2016, se encontró que las proporciones se mantienen (97,6% autorizada y 2,4% no autorizada). Sin embargo, existe un incremento en las toneladas dispuestas en los sistemas no autorizados, de 735 Ton/día en 2016 a 964 Ton/día en 2017.

Entonces, de los 12'000.000 ton/año de RS generadas en Colombia, el 96% se disponen en los rellenos sanitarios; mientras que en los botaderos a cielo abierto se disponen 2%; en las Celda transitoria se dispone el 0,70%; en las Celdas de Contingencia el 0,43%; Enterramiento el 0,09% y en las Plantas de tratamiento el 0,12%. Para tener una visión más clara de la generación de RS en Colombia se tomaron datos

de los informes de disposición final que van desde el año 2010 al 2017 y en ese último año el país dispuso alrededor de 30.081 ton/día de RS. Se hizo una previsión a partir del mismo año y como resultado se observa que para el año 2030 se podrían generar 39.343 ton/día de RS como se muestra en el gráfico 13



**Gráfico 9.** Previsión de los RS generados para el año 2030

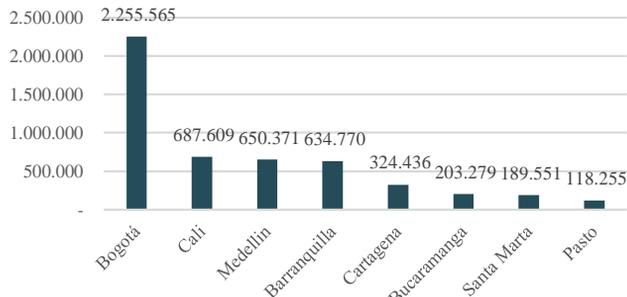
Fuente: Elaboración propia

En Bogotá se encuentra localizado el relleno sanitario Doña Juana (RSDJ), siendo parte de uno de los sistemas de disposición final de residuos sólidos, el cual está ubicado en la Localidad de Usme como se muestra en el *Gráfico (14)*, al sur de la Sabana de Bogotá. Actualmente, este relleno se reconoce como el más grande del país, su área total es de 623 hectáreas y es el único sitio que cuenta con autorización para la disposición final de los desechos provenientes de la ciudad y de los municipios colindantes. En el gráfico 15, se evidencia que Bogotá es la ciudad que más basura genera a comparación de las otras ciudades principales del país.



**Gráfico 10.** Localización del Relleno Sanitario Doña Juana.

Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 11.** Toneladas dispuestas al año en Ciudades principales  
Fuente: Elaboración propia

Según los resultados publicados en el informe final de residuos sólidos (2018) de la Súper Intendencia de Servicios Públicos (SUI) se estima que en la ciudad de Bogotá se genera un promedio de 360 kilos de basura al año por persona, las localidades que producen más basura son Kennedy con 328.055 toneladas y Suba con 226.000 toneladas. De acuerdo a las cifras del Ministerio del Medio ambiente el plástico, papel, cartón, vidrio y metales que no se reciclan equivalen al 43 % de los residuos que son

depositados en el relleno sanitario Doña Juana, es decir que casi \$1.000 millones se entierran cada día. Véase tabla 2.

**Tabla 2.** Residuos sólidos dispuestos a nivel municipal.

DEPARTAMENTO	NOMBRE DEL SITIO	MUNICIPIO	PROMEDIO TON/DIA
Cundinamarca	Relleno sanitario Doña Juana	Bogotá DC.	6265,46
		Cáqueza	5,08
		Chipaque	2,32
		Choachi	2,91
		Fosca	0,69
		Gutierrez	0,46
		Ubaque	0,94
		Une	1,62

Fuente: informe de disposición final de residuos sólidos (2018)



**Gráfico 12:** Relleno Sanitario Doña Juana, clave para la disposición de 6.500 ton/día.

Fuente: Fotografía del autor Mauricio León / EL TIEMPO

El 02 de octubre de 2015 ocurrió un deslizamiento de aproximadamente 370.000 toneladas de residuos en la zona operativa del relleno, Superservicios. (2018) *Informe final de residuos sólidos*; todo esto se debe a la sobrecarga de

espacio que se le ha atribuido al RSDJ. Como consecuencia, se generan lixiviados en el área afectada, se incrementan las plagas y pestes, deficiencia en la cobertura de residuos, y sobre todo afectación en la vida útil del relleno.

Para reducir estos impactos negativos que causa el exceso de residuos sólidos en el RSDJ, las adiciones hechas por los Decretos 620 de 2007 y 261 de 2010 (los cuales reglamentan al Plan Maestro para el Manejo integral de los Residuos Sólidos PMIRS) adoptaron normas urbanísticas y arquitectónicas para la regularización y construcción de las infraestructuras y equipamientos del Sistema General de Residuos Sólidos en Bogotá, lo cual orienta, condiciones que

deben cumplir los equipamientos e infraestructura afectados al subsistema del Servicio Público de Aseo, entre las cuales se encuentran las plantas de incineración para los residuos hospitalarios y peligrosos, plantas de tratamientos de residuos hospitalarios y plantas de tratamiento de residuos peligrosos. *Actualización Plan de gestión integral de residuos sólidos de Bogotá UAESP (2015)*

**Tabla 3. Componente del sistema para la gestión integral de residuos sólidos**

Proceso	Tipos de residuos	Equipamientos
Prevención, reciclaje y aprovechamiento	Residuos ordinarios	Equipamientos SOR1: Bodegas especializadas, centros de acopio y centros de reciclaje
Recolección y Transporte	Residuos hospitalarios, peligrosos, escombros y residuos ordinarios	Bases de Operación
Transferencia	Residuos ordinarios	Estaciones de transferencia
Tratamiento	Residuos: hospitalarios, peligrosos, escombros y orgánicos	Plantas de incineración, plantas de desactivación unidad de estabilización fisicoquímica, planta de compostaje, planta de trituración.
Disposición final	Residuos: ordinarios, peligrosos, escombros y biosólidos	Ampliación relleno, construcción nuevo relleno, escombreras y rellenos controlados, celda de seguridad

**Fuente:** Decreto 190 del 22 de junio del 2004

En la siguiente tabla, se hace la descripción de las diferentes clases de infraestructura que son definidas en la actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGRIRS) de Bogotá en el año 2015.

**Tabla 4. Tipos de infraestructura para el reciclaje**

Centros o parques de Reciclaje y Aprovechamiento	Inmuebles adecuados para recibir residuos provenientes de la recolección selectiva realizada por los prestadores del servicio público de aseo y de otras fuentes. En sus instalaciones se realizará la recepción, selección, clasificación, almacenamiento, aislamiento y comercialización de materiales recuperables. Los parques podrán incorporar instalaciones para la transformación de materiales siempre que cumplan con las normas urbanísticas, ambientales y sanitarias para los respectivos procesos de transformación y tengan asegurada la demanda
Centros de Acopio	Inmuebles cerrados de escala vecinal destinados a la recepción, selección y acopio de material reciclable de residuos ordinarios inorgánicos que ocupan un área inferior a 80 m2 que deben cumplir las normas urbanísticas y demás normas ambientales y sanitarias concordantes.

Bodega especializada de Reciclaje

Es un inmueble cerrado y cubierto, de escala urbana o zonal, que recibe materiales provenientes de los centros de acopio y de otra fuentes de suministro de tipo privado donde se almacena, pre transforma y comercializa material para la industria comercializadora, también son conocidas como ECAS

*Fuente:* Actualización PGRSI de Bogotá UAESP (2015)

Teniendo en cuenta las anteriores clasificaciones descritas, solo se pudo ampliar información de las Bodegas especializadas de Reciclaje (véase capítulo 3, análisis de elementos ECA) ya que las otras clases tales como Centros de Acopio y Centros o parques de Reciclaje y Aprovechamiento cuentan con información muy restringida, lo que dificulta tener claridad sobre el tema.

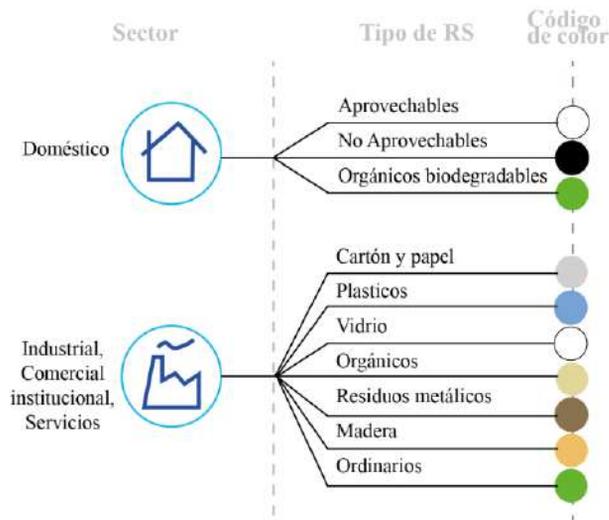
### 2.1.3 Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

Los RSU son elementos principales que hay que tener en cuenta para la formulación de la presente investigación; El decreto 2981 de 2013, y en el contexto de la prestación del servicio público de aseo, define a los residuos sólidos como “cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, , industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador presenta para su recolección por parte de la persona prestadora del servicio público de aseo”.

#### 2.1.3.1. Separación en la fuente de RSU:

El generador de residuos, debe cumplir con esta actividad con el fin de separar y almacenar los residuos en recipientes o contenedores que cumplan

con el código de color de acuerdo al tipo *ver gráfico 17*, para facilitar el transporte, aprovechamiento, tratamiento o disposición de los RSU.



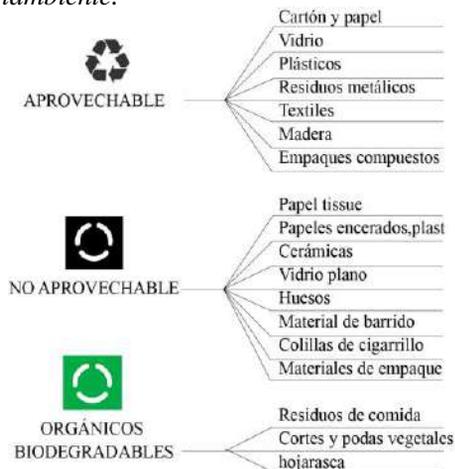
**Gráfico 13.** Tipos de RSU

Fuente: Elaboración propia a partir de *Guía Técnica Colombiana, GTC 24 (2009) Guía Para la separación de RS*

## 2.1.4 Clasificación de los RSU

### 2.1.4.1 Residuos No Peligrosos

Estos residuos son materiales que si se separan y se clasifican de una manera adecuada, no generan ningún riesgo para la salud ni contaminan el medio ambiente. Estos desechos pueden presentarse en estado sólido o semisólido, *Guía Final, 2018 Minambiente.*

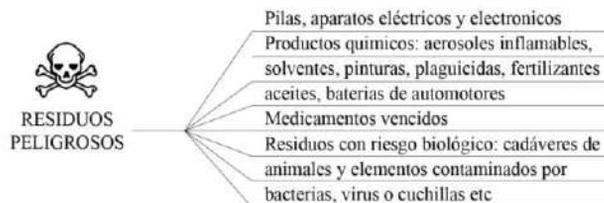


**Gráfico 14.** Ejemplos de residuos No Peligrosos

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.4.2 Residuos Peligrosos (RESPEL)

“El Decreto 4741 de 2005, unificado en el año 2015 en el Título 6 del Decreto 1076, define los residuos peligrosos como aquellos residuos o desechos que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas pueden causar riesgos, daños o efectos no deseados, directos o indirectos, a la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo peligroso los empaques, envases y embalajes que estuvieron en contacto con ellos”. (SIAC, s.f.)

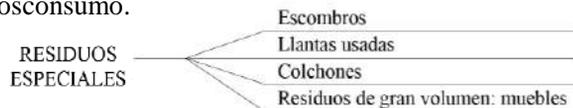


**Gráfico 15.** Ejemplos de residuos Peligrosos

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.4.3 Residuos Sólidos Especiales (RSE)

El Artículo 2 del Decreto 2981 de 2013, compilado en el Decreto 1077 de 2015, establece que, el Residuo Sólido Especial o RSE es todo residuo que, por su naturaleza, composición, tamaño, volumen, peso, necesidades de transporte, condiciones de almacenaje y compactación no puede ser recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por la persona prestadora del servicio público de aseo. Por lo tanto, el precio del servicio de recolección, transporte y disposición de los mismos será pactado libremente entre la persona prestadora y el usuario, sin perjuicio de los que sean objeto de regulación del Sistema de Gestión Posconsumo.



**Gráfico 16.** Ejemplos de residuos Especiales RSE

**Fuente:** Elaboración propia

### 2.1.5 Material Potencialmente Aprovechable MPA

Este material No Peligroso se define como “cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo genere, pero que es susceptible de aprovechamiento para su reincorporación a un proceso productivo. (Proyectos tipo 2018). *Ejemplo: Papel, cartón, plástico, vidrio* En la *tabla 5* se observan datos numéricos de la producción y MPA; Así mismo, se demuestra que el promedio per cápita de las localidades, está entre 0,4 y 1,1 kg/día es decir que están en un nivel de complejidad alto según la actualización del RAS título F (2017). Por consiguiente, surge la necesidad de una adecuada separación de desechos, reducción, reutilización, reciclaje del MPA.

**Tabla 5** Producción Per-cápita de RS por localidad

**Tabla 5** Producción Per-cápita de RS por localidad

LOCALIDAD	POBLACION	RESIDUOS SOLIDOS		PPC (KG/HAB*DI A)
		TON/MES	KG/DIA	
LA CANDELARIA	22.041	1.868,97	62.299,00	2,83
LOS MARTIRES	95.866	4.579,39	152.646,33	1,59
CHAPINERO	166.000	7.362,38	245.412,67	1,48
SANTA FE	95.201	3.668,19	122.273,00	1,28
ANTONIO NARIÑO	116.648	5.216,03	173.867,67	1,49
TEUSAQUILLO	139.176	5.593,11	186.437,00	1,34
TUNJUELITO	302.342	3.848,94	128.298,00	0,42
PUENTE ARANDA	215.191	6.858,61	228.620,33	1,06
USME	426.176	5.991,74	199.724,67	0,47
BARRIOS UNIDOS	254.162	4.900,94	163.364,67	0,64
SAN CRISTOBAL	409.653	7.967,33	265.577,67	0,65
FONTIBON	424.038	10.588,38	352.946,00	0,83
USAQUEN	449.621	13.338,79	444.626,33	0,99
RAFAEL URIBE	353.761	8.317,81	277.260,33	0,78
CIUDAD BOLIVAR	762.184	8.748,97	291.632,33	0,38
BOSA	637.529	14.549,53	484.984,33	0,76
SUBA	1.218.503	24.231,52	807.717,33	0,66
ENGATIVÁ	883.319	19.278,48	642.616,00	0,73
KENNEDY	1.103.500	28.012,80	933.760,00	0,85

**Fuente:** Elaboración propia a partir de información recolectada del informe final de residuos sólidos (2018)

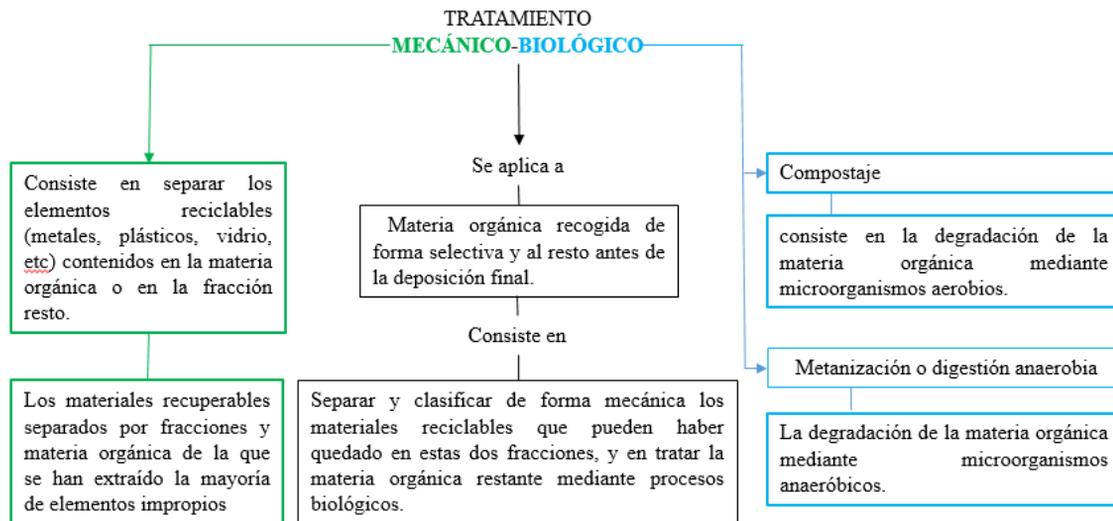
### 2.1.5.1 Tratamiento de los MPA

El tratamiento de los MPA hace parte parte de las etapas que componen la actividad del servicio público de aseo, dicho tratamiento tiene un fin y es la obtención de beneficios ambientales, sanitarios o económicos, al procesar los residuos sólidos a través de operaciones y procesos mediante los cuales se modifican las características físicas, biológicas o químicas. Para Incluye las técnicas de tratamiento mecánico, biológico y térmico. Dentro de los beneficios se consideran la separación de los residuos sólidos en sus componentes individuales para que puedan utilizarse o tratarse posteriormente, la reducción de la cantidad de residuos sólidos a disponer Y/o la recuperación de materiales o recursos valorizados. Ver gráfico (Artículo 2, numeral 88, Decreto 1784 de 2017).



**Grafico 17.** Componentes de la prestación de servicio publico de aseo  
*Fuente: Elaboración propia*

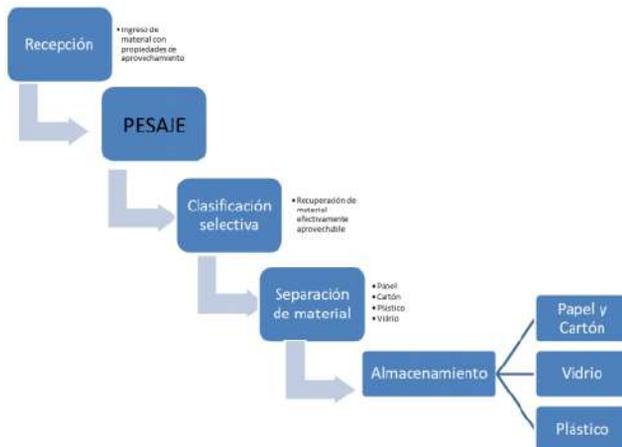
**Grafico 18. Tratamiento Mecánico-Biológico**



**Fuente.** Elaboración propia a partir de *Recursos digitales del Área Metropolitana de Barcelona, AMB (2018)*

Las etapas de tratamiento mecánico biológico de los residuos son las siguientes:

**Grafico 19** Etapas de Clasificación y Separación de los MPA



**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:**

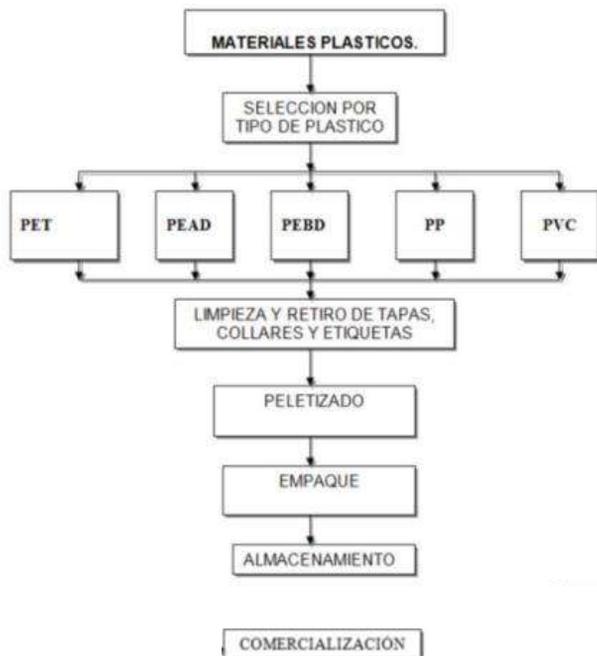
Corresponde al área de almacenamiento temporal del material que no fue efectivamente aprovechado, el cual va a disposición final.

**Área de Cargue:**

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

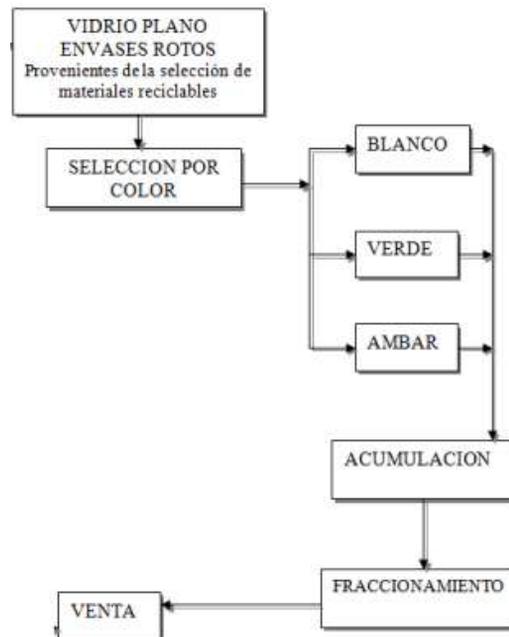
**Fuente:** Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio – MVCT, Proyectos Tipo (2018)

Gráfico 20 Etapas de tratamiento de los Materiales Plásticos.



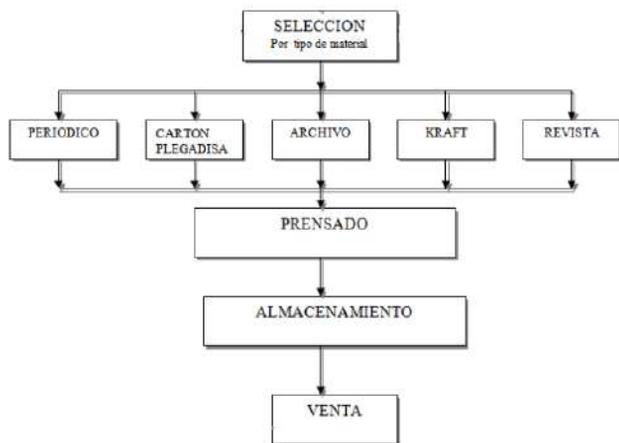
Fuente: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio – MVCT, Proyectos Tipo (2018)

Gráfico 21 Etapas de tratamiento del Vidrio



Fuente: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio – MVCT, Proyectos Tipo (2018)

Gráfico 22 Etapas de tratamiento del papel y cartón



**Fuente:** Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio – MVCT, Proyectos Tipo (2018)

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

En esta sección se determinan y se exponen los criterios fundamentales para el adecuado desarrollo e interpretación del presente proyecto.

### 2.2.1 Concepto Rafael Moneo

#### 2.2.1.1 Tipo y Tipología

El autor define el concepto de “tipo” como una condición y/o especie que comprende a múltiples edificios o partes de ellos que comparten un conjunto de características formales similares. Desde tales términos puede decirse que la esencia del objeto arquitectónico se encuentra en su repetitividad. El principio de un tipo se limita básicamente a la existencia de una serie de edificios con una analogía funcional y formal. Además, se

dice que el estudio de los tipos es la tipología y es así, como en el proceso del diseño se manejan los elementos de una tipología –los elementos de una estructura formal- en la postura específica que determina a una obra singular, única. Monedo R, (2015) *Sobre la Noción de Tipo*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/ahumm/rafael-moneo-sobre-la-nocin-de-tipo>

#### 2.2.1.2 Estructura Formal

El autor menciona los términos definidos por la **Teoría de la Gestalt**, en donde se caracteriza a los grupos de arquitectura que dan lugar a un “tipo” y este se adecua tanto a la realidad a la que se emplea, como a los principios geométricos que los estructuran formalmente, procurando caracterizar la forma mediante conceptos geométricos precisos.

### 2.2.2 Teoría de la Gestalt

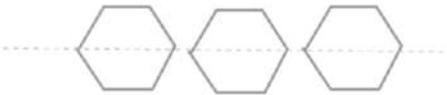
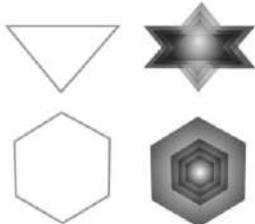
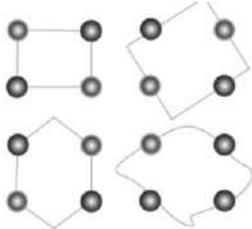
Existen ciertas leyes que facilitan la comprensión de las imágenes y de las ideas que forman un todo. Es así, como al inicio del siglo XX se iniciaron los estudios sobre los fenómenos de la percepción humana, especialmente en la visión basándose en observaciones de las obras de arte. Baez, J. (2018, Julio 05) *Ilustres*. Todo esto por los investigadores alemanes Max Wertheimer, Wolfgang Kohler y Kurt Koffka, que buscaban describir las propiedades y determinar la correspondencia de las sensaciones de un aparato receptor nervioso. El punto principal a analizar era cómo la percepción era organizada dentro de patrones, volúmenes y formas.

De esta forma es que nace la *Escuela Gestalt de Psicología*. “Gestalt” no tiene una traducción directa al español, pero se puede entender como la

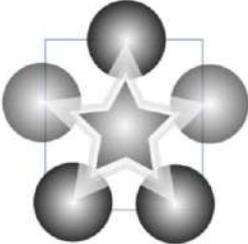
buena forma o la forma como un todo. La teoría de la Gestalt dice que no se puede tener conocimiento del todo a través de las partes, sino de las partes a través del todo. Esto quiere decir que los conjuntos tienen leyes propias y éstas rigen sus elementos, y sólo a partir de la percepción de la totalidad el cerebro puede percibir, decodificar y asimilar una imagen o concepto. Baez, J. (2018, Julio 05) El diseño Arquitectónico y las Leyes de la Gestalt. *Revista Ilustres*.

Los elementos constitutivos son agrupados de acuerdo a las características comunes de ellos mismos (ver tabla 7). Siendo así, como se marcan objetivos preestablecidos con respecto a proyectos basados en puntos de atención, armonía, ritmo, equilibrio, secuencias, etc.

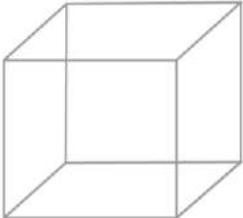
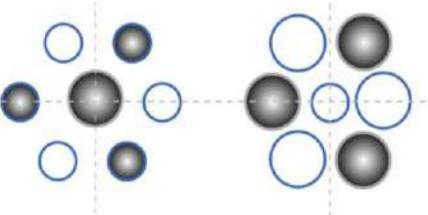
**Tabla 6** Caracterización de los elementos constitutivos según la Teoría de Gestalt

Ley	Concepto	Gráfico
Proximidad	<p>Cuando las partes de una totalidad reciben un mismo estímulo, se unen formando grupos en el sentido de la misma distancia.</p>	
Semejanza	<p>Cuando concurren varios elementos de diferentes clases, hay una tendencia a construir grupos con los que son iguales, si las desigualdades están basadas en el color, el efecto es más sorprendente que la forma.</p>	
PrAgnaz	<p>Se entiende como la tendencia de una forma a ser más regular, simple, simétrica, ordenada, comprensible, memorizable, Simplemente es la “forma que transporta la esencia de algo”</p>	

**Tabla 6** Caracterización de los elementos constitutivos según la Teoría de Gestalt

Ley	Concepto	Gráfico
Cerramiento	<p>La línea es una creación del dibujo, una abstracción, y es difícil encontrarla aislada en la naturaleza, por ella, siempre se asocian al límite de una superficie formando su contorno. Las circunferencias, cuadriláteros o triángulos producen el efecto de cerramiento.</p>	
Simetría	<p>Arraigada al ser humano, cuya propia estructura fisiológica, también es simétrica. Importante para construir buena forma sobre el plano, es un elemento perturbador cuando las formas sugieren espacio tridimensional.</p>	
Continuidad	<p>Se constituye con elementos que son comunes a las otras leyes. Tiene elementos de cierre porque partículas independientes tratan de formar figuras partiendo de la ley de cerramiento.</p>	

**Tabla 6** Caracterización de los elementos constitutivos según la Teoría de Gestalt

Ley	Concepto	Gráfico
Figura fondo	<p>Estas experiencias siguen siendo sobre formas planas, pero al presentarse unas figuras que están sobre un fondo, se obtiene una percepción “en profundidad” que traslada la figura a un primer término, fuera del plano real de la representación y deja el fondo a cierta distancia indefinida. Se organiza con simples formas bidimensionales que operan en el plano, una nueva dimensión de relieve que se estructura en la dirección perpendicular al plano.</p>	
Contraste	<p>La percepción del tamaño de un elemento resulta influida por la relación que éste guarda con los demás elementos del conjunto</p>	

### 2.2.3 Economía Circular

Este concepto fue originario en la literatura occidental en 1980 (Pearce y Turner 1990). Surgió con el objetivo de incrementar la eficiencia en el uso de los recursos y minimizar la entrada de estos, la generación de residuos y emisiones. Es así, como las políticas ambientales universales tienen como prioridad la mitigación del cambio climático, limitando el aumento de temperatura (calentamiento global) a 1,5°C. *Completando el panorama: cómo la economía circular aborda el cambio climático revela la necesidad de un cambio fundamental en el enfoque global para reducir las emisiones*, Panel Intergubernamental del Cambio Climático IPPC (2018)

De igual forma, los residuos sólidos se convierten en materia prima útil para la industria mediante el

proceso de reciclaje, transformando la noción de “desechos como problema” en “desechos como recurso”. *Conversión de residuos en energía*. Asian J. Adv. Res e informes , 7 ( 1 ) ( 2019 ) , pág. 117



**Grafico 23.** Economía circular

Finalmente, teniendo claridad conceptual sobre el significado de la EC, se concluye que para el accionamiento del modelo EC se exige la participación de todos los actores a través de la generación de conocimiento que pueda servir como incentivo para el desarrollo de descubrimientos y sobre todo una economía circular mediante la implementación de ecoinnovaciones, véase gráfico 20.

### 2.2.4 Ecoinnovación

La transformación de una economía lineal a una economía circular abarca alteraciones en varias fases del proceso productivo y sectores clave que son indispensables para la mitigación del cambio climático. Es así como el concepto se refiere a

procedimientos, métodos, y productos nuevos o modificados de “Ecoinnovación” el cual tiene como objetivo evitar o reducir el daño ambiental (Fussler y James, 1996; Arundel y Kemp, 2009).

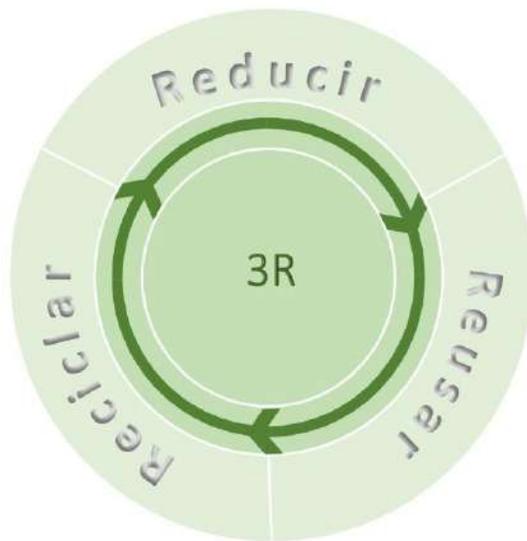


**Grafico 24.** Aportes a una economía sostenible mediante estrategias de ecoinnovación. Elaboración propia.

En el grafico (21) se puede identificar cada sistema que tiene un papel fundamental en el modelo de EC, ahora bien, si se incluyen ecoinnovaciones en dicho modelo, habrían cambios positivos frente al cambio climático, igualmente al desarrollo sostenible.

El sistema político ofrece apoyo mediante una reglamentación basada en las “3R” del modelo EC, véase grafico x. A su vez, se requiere apoyo financiero y estructuración de mercados para formar los intereses de los productores y consumidores. Es así, como se podrá obtener logros exitosos de los propósitos de la EC y el cambio climático. También es indispensable implementar incentivos e instrumentos para un desarrollo, obtención, actividades, y expansión efectiva de ecoinnovaciones competentes para el reciclaje y para incentivar cambios en la conciencia social. Gemma D., Ana L., Tatiana B., Marcos F.,

Christophe G., y Paul J. (2020) Bridging the gap between circular economy and climate change mitigation policies through eco-innovations and Quintuple Helix Model. *Technological Forecasting and Social Change*



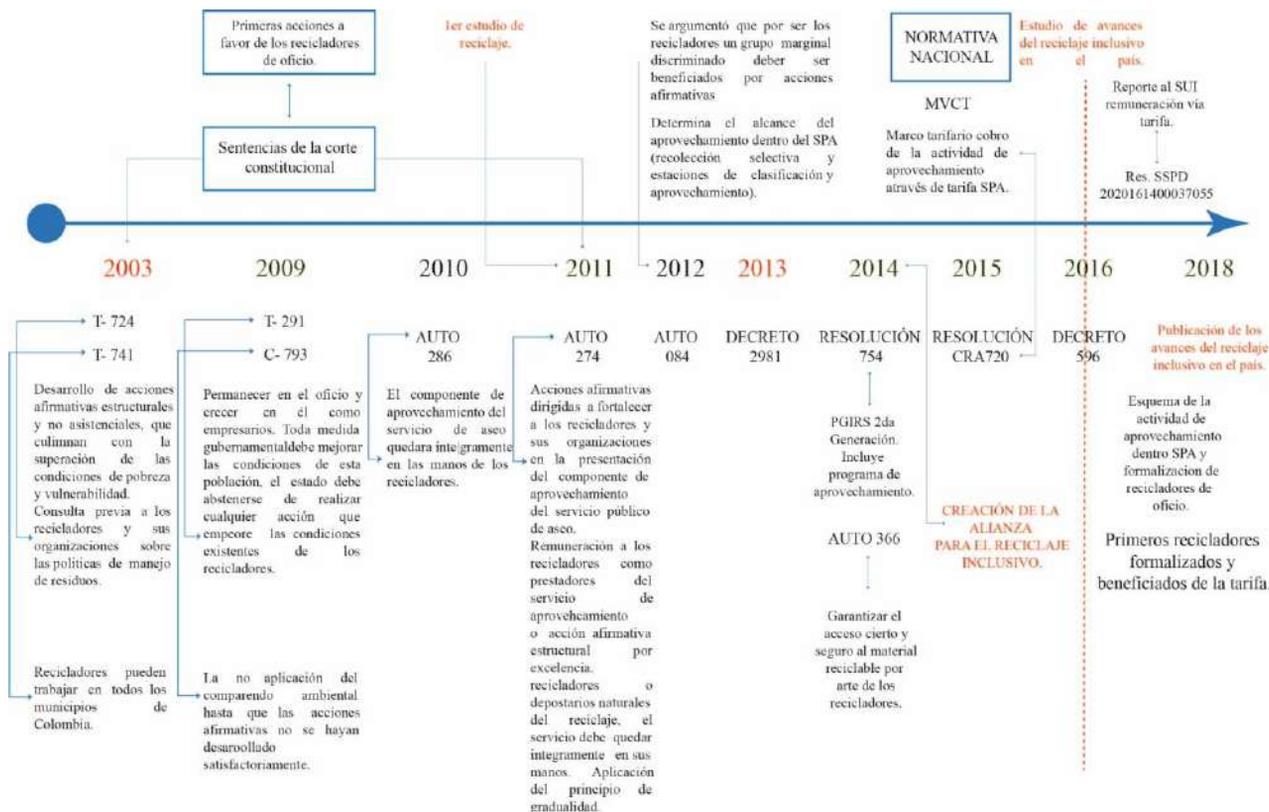
**Grafico 21.** Desechos como recurso  
Fuente. *Elaboración propia*

## 2.3 MARCO NORMATIVO

Como parte del desarrollo reglamentario del servicio público de aseo, se expidió el Decreto 1713 de 2002, modificado por el Decreto 2981 de 2013, el cual articula el componente ambiental del manejo de los residuos sólidos mediante la prestación del servicio público de aseo; reglamenta las actividades principales y complementarias del servicio; diseña una estrategia para el desarrollo de instrumentos normativos, técnicos y de capacitación; señala la obligatoriedad de la separación en la fuente y establece la obligación por parte de los municipios y distritos de elaborar y mantener actualizado un Plan Municipal o Distrital para la Gestión Integral de Residuos o sólidos (PGIRS) en el ámbito local y/o regional según el caso, ver gráfico 22. *Proyectos Tipo, 2018, DPN*

### 2.3.1 Normativa Municipal/Distrital

En el caso de Bogotá, es importante considerar el Decreto 113 de 2013 (Modificado parcialmente por el Decreto Distrital 469 de 2015), expedido por el Alcalde Mayor “Por medio del cual se complementa el Decreto Distrital 312 de 2006, Plan Maestro de Residuos Sólidos, se modifica el Decreto Distrital 456 de 2010, en relación con la adopción de normas urbanísticas y arquitectónicas para la implantación y regularización de bodegas privadas de reciclaje de residuos sólidos no peligrosos no afectas (Sic) al servicio público de aseo, y se dictan otras disposiciones”. Este Decreto regula la clasificación y condiciones de localización de las bodegas de reciclaje, edificabilidad y volumetría, entre otros aspectos. (*Proyectos tipo 2018*).



**Grafico 25.** Línea del Tiempo de la Normativa Nacional para la actividad de Aprovechamiento. Proyectos Tipo,

## 2.3 REFERENTES PROYECTUALES

Para este proyecto se seleccionaron referentes nacionales e internacionales, que aporta teorías y conceptos, para ser utilizados como referentes proyectuales por sus contenido descriptivos de diseño, y de bases para la formulación de proyectos de infraestructura relacionados con la valorización de residuos solidos.

### 2.3.1 Descripción General de Referentes Proyectuales Internacionales

#### 2.3.1.1 Planta de Tratamiento de RSU, Buenos Aires-Argentina:

Está ubicada en el Complejo Ambiental Norte III de la ciudad de Buenos Aires, con una población de 14'000.000 aproximadamente. La planta es el resultado de un recado realizado por el Gobierno de la Provincia de Buenos Aires denominado Coordinación

Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE) enfocada en la valorización de materiales y en la disminución de los desechos enviados a disposición final (relleno sanitario). Esta planta cuenta con un área de 4,5 ha en donde son tratadas 1.100 ton/día y tiene una dotación de 150 empleados. *FuturEnviro(2015)*



**Gráfico 26.** PTRSU, Buenos aires  
Fuente: Google earth 2019

### 2.3.1.2 Planta de Tratamiento de RSU, Zabalgabi, Bilbao-España

Esta planta, ubicada en una de las laderas del vizcaíno monte Arraiz dentro del término municipal de Bilbao, permite transformar doscientas treinta mil toneladas anuales de residuos en electricidad.



Gráfico 27. PTRSU Zabalgabi Fuente: Google earth 2019

### 2.3.1.3 Planta de Tratamiento de RSU, Barcelona- España:

La planta opera desde el área metropolitana de Barcelona, se basa en la selección los materiales reciclables que se han recuperado se prensan y se entregan a empresas de reciclaje, también en el aprovechamiento energético del biogás proveniente de la materia orgánica. Esta planta cuenta con un área de 88,164 m<sup>2</sup> en donde son tratados el 31% de los residuos municipales del área metropolitana de Barcelona y tiene una dotación de 345 empleados.



Gráfico 28. PTRSU Barcelona Fuente: Google earth 2019

En algunos países, han conseguido fomentar una cultura del reciclado, con incentivos, infraestructura y campañas de sensibilización como, por ejemplo, en Barcelona, España. A comparación de Bogotá, hay entidades que han tratado de alcanzar dicha meta, sin embargo, el proceso ha sido muy lento debido a que la ciudadanía no tiene conocimientos ecológicos y poca conciencia ambiental, puesto que el aprovechamiento y tratamiento es un tema que apenas se está conformando.

A continuación, se identifican tres plantas de tratamiento Mecánico-Biológico las cuales se usan como referentes proyectuales ya que cumplen con parámetros que posiblemente pueden ser aplicados en la Bogotá.

**Tabla 7. Plantas de Tratamiento Mecanico-Biologico**

UBICACIÓN	INSTALACIONES	OBJETIVO	LOS RS PROVIENEN DE	AREA (m2)	HABITANTES	EMPLEADOS	CAPACIDAD
Buenos Aires, Argentina	<p>♦Nave de Separación y Clasificación. Integra las zonas de recepción, pre-tratamiento, y de separación mecánica. Cuenta con una superficie de 10.530 m2.</p> <p>♦ Nave de Bioestabilización. Compuesta por 12 biomódulos, y un sector anexo con 4 biomódulos que operan a la intemperie. Posee una superficie total de 10.620 m2.</p>	Brindar tratamiento al 20 % de los residuos provenientes de la aludida ciudad y reducir su envío a disposición final, a partir de la recuperación de los materiales susceptibles de valorización por reciclado y el tratamiento biológico de la fracción orgánica putrescible (FOP)	Totalidad del Área Metropolitana de Buenos Aires, que abarca 34 municipios	45.000	2.890.151	150	328.900 tn/año
Zabalgabi, Bilbao-España	♦ para la aceptación y preparación de residuos para su posterior procesamiento.	lograr los estándares aplicables de eliminación y almacenamiento de residuos resultantes de las directivas de la UE y también la reducción de las diferencias económicas y sociales entre los ciudadanos de la Unión Europea	Hogares y empresas (residuos domésticos, residuos industriales y comerciales asimilables a domésticos, y residuos verdes).	50.649	195.942	400	PLANTA DE CLASIFICACIÓN N: 100,000 TON/AÑO de residuos municipales mixtos
	Planta de Valorización Energética (PVE)	del tratamiento mecanico biologico es lo que se quema en la zona de valorización energética					
Sant Adrià de Besòs, (Barcelona España)	planta de Tratamiento Mecánico-Biológico (TMB)	selección los materiales reciclables que se han recuperado se prensan y se entregan a empresas de reciclaje	5 municipios	88.164	180.719	345	31% de los residuos municipales del area metropolitana de barcelona
		aprovechamiento energetico del biogas proveniente de la materia organica que se utiliza como combustible de 3 moto generadores, al quemarlo se genera electricidad					

*Elaboración propia*

### 2.3.2 Descripción general de referentes proyectuales nacionales:

En las Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento ECAS, como su nombre lo indica, se lleva a cabo la operación de aprovechamiento en sus ciclos de separación del MPA y almacenamiento temporal de éste según lo estipulado en el Decreto 596 de 2016 (selección de material, compactación y compra y venta del mismo). Actualmente Bogotá cuenta con 6 bodegas privadas ejecutadas por comercializadores y/o bodegueros ubicadas en 6 localidades de la ciudad: Usaquén, Kennedy, Engativá, Usme, Puente Aranda y Tunjuelito.

**Tabla 8. Fotografías ECAS**

LOCALIDAD	USO DEL SUELO	VISTA SUPERIOR	INTERIOR DE ECA
USAQUEN	SERVICIOS		
KENNEDY	RESIDENCIAL		
ENGATIVÁ	RESIDENCIAL		
USME	RESIDENCIAL		
PUENTE ARANDA	INDUSTRIAL		

Fuente: Plan Maestro de Residuos sólidos. UAESP, 2018

**Tabla 8. Fotografías ECAS**

LOCALIDAD	USO DEL SUELO	VISTA SUPERIOR	INTERIOR DE ECA
TUNJUELITO	SERVICIOS		

Fuente: Plan Maestro de Residuos sólidos. UAESP, 2018

A continuación, se describen los componentes internos que existen dentro de las instalaciones con el fin de comprender la forma y su función relacionados con los procesos que se ejecutan en cada una.

**Tabla 9 Componentes internos de las ECA**

UBICACION	AREA UTIL	MATERIALES	PROCESOS	EQUIPOS
USAQUEN	400m2	Papel y cartones	Selección	Basculas de nivel (2)
		vidrio	clasificación	Compactadoras (2)
		metales	limpieza	
		plástico	Empacado	
		tetra pack	trituration	
		plegadiza	rasgado	
		iluminarias		
		PVC		
envases de medicamentos				

**Tabla 9 Componentes internos de las ECA**

UBICACION	AREA UTIL	MATERIALES	PROCESOS	EQUIPOS
KENNEDY	3000m2	Papel y cartones	Selección	Balanzas (1)
		vidrio	clasificación	Basculas de pie (1)
		metales	embalaje	compactadoras (4)
		plástico	trituration	Embaladora (1)
		ICOPOR	rasgado	
		PVC blando y rigido	compactación	
tetra pack				
plegadiza				
ENGATIVA	1400m2	Papel y cartones	Selección	Balanzas (2)
		vidrio	clasificación	Basculas de pie (1)
		metales	limpieza	compactadoras (3)
		plástico	empacado	trituration (1)
		tetra pack	embalaje	transportadoras (1)
		plástico ámbar	trituration	transportadoras (1)
		rasgado		montacargas (2)
compactación				
USME	432m2	papel y cartones		
		vidrio	Selección	
		metales	clasificación	
		plástico	limpieza	balanzas (1)
		madera	empacado	bascula de nivel (1)
		espumados	trituration	compactadoras (2)
		textiles	rasgado	
		PVC		
tetra pack				
desechable lechoso				
PUENTE ARANDA	609m2	papel y cartones	Selección	
		vidrio	clasificación	Basculas de pie (1)
		metales	limpieza	compactadoras (1)
		plástico	empacado	
		plegadiza	rasgado	
tetra pack				
TUNJUELITO	480m2	papel y cartones	Selección	Balanzas (2)
		vidrio	clasificación	Basculas de pie (1)
		metales	limpieza	compactadoras (1)
		plástico	empacado	transportadoras (1)
compactación				

Fuente: Actualización Plan de gestión integral de residuos sólidos de Bogotá UAESP (2015)

# Cap. 3

## Marco Proyectual

---

### 3.1 ANÁLISIS DE TIPO PARA REFERENTES PROYECTUALES

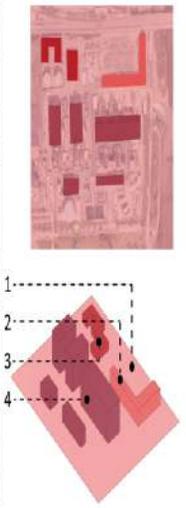
El análisis de los tipos basados en la volumetría de referentes se fundamenta en la evolución tipológica, y a su vez, comprender la estructuración de elementos con el fin de obtener determinantes para la propuesta arquitectónica, enfocando así, el proceso de investigación a la exploración de similitudes de los elementos estructurales para finalmente usar dichos fundamentos y crear un modelo tipológico acorde a las funciones espaciales requeridas.

Este análisis se concreta a partir de los conceptos tipológicos de la “Ley de Gestalt” aplicada a la arquitectura. Estas tipologías se describen de manera amplia en el capítulo 2.,

A continuación, se desarrolla el análisis de los elementos y la identificación del programa

arquitectónico que compone la tipología de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos PTRS que opera en el área metropolitana de Barcelona.

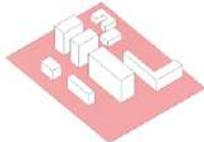
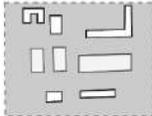
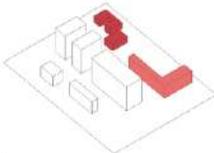
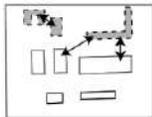
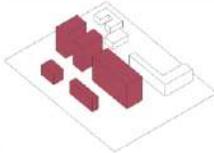
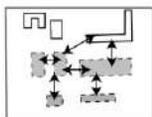
**Tabla 10.** Análisis de Elementos de PTRSU, Barcelona

ZONIFICACIÓN GENERAL	AREAS ESPECÍFICAS	ELEMENTO	ELEMENTOS
Accesibilidad	Área de protección	1	
	Vías de acceso	1	
Zona de carga y descargue	Zonas de carga y descargue de vehículos	2	
	Zona de lavado y desinfección de vehículos	2	
Administración	Vestuarios	3	
	Comedor	3	
	Taller mecánico	3	
	Oficinas administrativas	3	
	Servicios sanitarios	3	
Tratamiento de residuos	Cabinas de control	4	
	Foso de descarga	4	
	Área de cabina de triaje	4	
	Área de trituradores	4	
	Área de compactadores	4	
	Área de embalajes	4	
	Área de extursión	4	
	Bioreactores	4	
	Cabinas de control	4	
	Biodigestores	4	
Motogeneradores	4		

Fuente: Elaboración propia

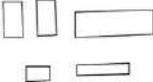
Después de identificar los elementos (1,2,3,4) que conforman la tipología de la PTRS de Barcelona, se analiza su caracterización para justificar la relación que tiene la forma con su función:

**Tabla 10.1. Análisis Funcional de La Planta**

ELEMENTO	VOLUMETRÍA	RELACIONES FUNCIONALES
1		
2-3		
4		

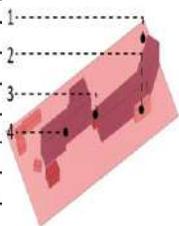
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10.2 Análisis Tipológica de La Planta**

ELEMENTO	TIPOLOGIAS (Teoria Gestalt)	DESCRIPCIÓN
1	Cerramiento 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓Se establece como elemento contenedor de funciones y elementos.</li> <li>✓Según la teoría de Gestalt, se identifica como elemento de cerramiento, delimita horizontal y verticalmente el espacio, con apertura cenital permitiendo iluminación y ventilación al conjunto de los elementos.</li> </ul>
2-3	Proximidad-Continuidad 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓El elemento 2 es receptor y expulsor del elemento 4.</li> <li>✓Poseen delimitación vertical del espacio, con apertura horizontal permitiendo ventilación e iluminación del espacio.</li> <li>✓Según la teoría de Gestalt, se identifica como elemento de proximidad y continuidad.</li> </ul>
4	PrÁgnaz 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓Posee la función principal</li> <li>✓Elemento de mayor jerarquía</li> <li>✓Articulador de de funciones del conjunto de elementos</li> <li>✓Según la teoría Gestalt se identifica como tipología prÁgnaz</li> </ul>

A continuación, se desarrolla el análisis de los elementos y la identificación del programa arquitectónico que compone la tipología de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos PTRS que opera en Bilbao.

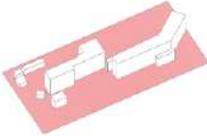
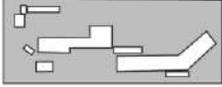
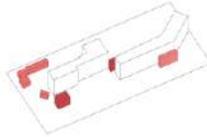
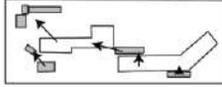
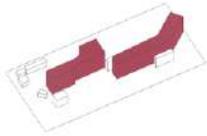
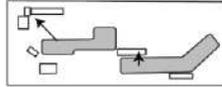
**Tabla 11. Análisis de Elementos de PTRSU, Bilbao**

ZONIFICACIÓN GENERAL	AREAS ESPECÍFICAS	ELEMENTO	ELEMENTOS	
Accesibilidad	Área de protección	1		
	Vías de acceso	1		
Zona de carga y descarga	Zonas de carga y descarga de vehículos	2		
	Zona de lavado y desinfección de vehículos	2		
Administración	Vestuarios	3		
	Comedor	3		
	Taller mecánico	3		
	Oficinas administrativas	3		
	Servicios sanitarios	3		
Tratamiento de residuos	Cabinas de control	4		
	Foso de descarga	4		
	Área de cabina de triaje	4		
	Área de trituradores	4		
	Área de compactadores	4		
	Área de embalajes	4		
	Área de extrusión	4		
	Bioreactores	4		
	Cabinas de control	4		
	Biodigestores	4		
	Motogeneradores	4		

Fuente: Elaboración propia

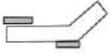
Después de identificar los elementos (1,2,3,4) que conforman la tipología de la PTRS de Bilbao, se analiza su caracterización para justificar la relación que tiene la forma con su función:

**Tabla 11.1. Análisis Funcional de La Planta**

ELEMENTO	VOLUMETRÍA	RELACIONES FUNCIONALES
1		
2-4		
4		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11.2. Análisis Tipológica de La Planta**

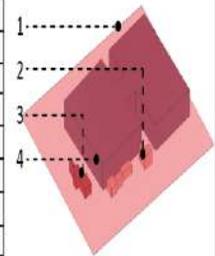
ELEMENTO	TIPOLOGIAS (Teoría Gestalt)	DESCRIPCIÓN
1	Cerramiento 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓Se establece como elemento contenedor de funciones y elementos.</li> <li>✓Según la teoría de Gestalt, se identifica como elemento de cerramiento, delimita horizontal y verticalmente el espacio, con apertura cenital permitiendo iluminación y ventilación al conjunto de los elementos.</li> </ul>
2-3	Contraste 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓Se establecen como elementos alimentadores y expusores del elemento 3.</li> <li>✓Poseen delimitación vertical del espacio, con apertura horizontal permitiendo ventilación e iluminación del espacio.</li> <li>✓Según la teoría de Gestalt, se identifica como elemento de contraste.</li> </ul>
4	PrAgnaz 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓Se establecen como elementos expusores hacia los elementos 2 y 4.</li> <li>✓Posee la función principal</li> <li>✓Elemento de mayor jerarquía</li> <li>✓Articulador de funciones del conjunto de elementos</li> <li>✓Según la teoría Gestalt se identifica como elemento prAgnaz</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se desarrolla el análisis de los elementos y la identificación del programa arquitectónico que compone la tipología de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos PTRS que opera en Buenos Aires.

**Tabla 12. Análisis de Elementos de PTRSU, Buenos Aires**

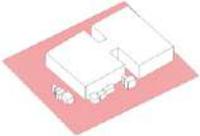
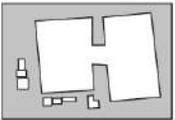
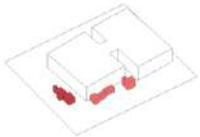
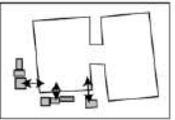
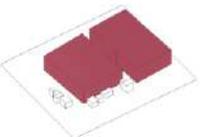
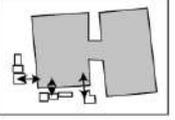
ZONIFICACIÓN GENERAL	AREAS ESPECÍFICAS	ELEMENTO	ELEMENTOS
Accesibilidad	Área de protección	1	
	Vías de acceso	1	
Zona de carga y descarga	Zonas de carga y descarga de vehículos	2	
	Zona de lavado y desinfección de vehículos	2	
Administración	Vestuarios	3	
	Comedor	3	
	Taller mecánico	3	
	Oficinas administrativas	3	
	Servicios sanitarios	3	
Tratamiento de residuos	Cabinas de control	4	
	Foso de descarga	4	
	Área de cabina de triaje	4	
	Área de trituradores	4	
	Área de compactadores	4	
	Área de embalajes	4	
	Área de extorsión	4	
	Bioreactores	4	
	Cabinas de control	4	
	Biodigestores	4	
Motogeneradores	4		



Fuente: Elaboración propia

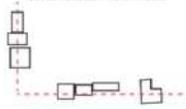
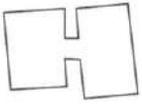
Después de identificar los elementos (1,2,3,4) que conforman la tipología de la PTRS, se analiza su caracterización para justificar la relación que tiene la forma con su función.

**Tabla 12.1. Análisis Funcional de La Planta**

ELEMENTO	VOLUMETRÍA	RELACIONES FUNCIONALES
1		
2-3		
4		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12.2. Análisis Tipológica de La Planta**

ELEMENTO	TIPOLOGIAS (Teoría Gestalt)	DESCRIPCIÓN
1	Cerramiento 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓Se establece como elemento contenedor de funciones y elementos.</li> <li>✓Según la teoría de Gestalt, se identifica como elemento de cerramiento, delimita horizontal y verticalmente el espacio, con apertura cenital permitiendo iluminación y ventilación al conjunto de los elementos.</li> </ul>
2-3	Continuidad-Proximidad 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓Se establecen como elementos alimentadores y expulsores del elemento 4</li> <li>✓Poseen delimitación vertical del espacio, con apertura horizontal permitiendo ventilación e iluminación del espacio.</li> <li>✓Según la teoría de Gestalt, se identifica como elemento de continuidad y proximidad</li> </ul>
4	PrAgnaz 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓Se establece como elemento expulsor y alimentador hacia los elementos 2 y 3.</li> <li>✓Posee la función principal</li> <li>✓Elemento de mayor jerarquía</li> <li>✓Articulador de de funciones del conjunto de elementos</li> <li>✓Según la teoría Gestalt se identifica como elemento prAgnaz</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se desarrolla el análisis de los elementos y la identificación del programa arquitectónico que compone la tipología de las 7 Bodegas y/o Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) que operan en Bogotá:

**Tabla 13** Análisis de Elementos de ECA Usaquén

ZONIFICACIÓN GENERAL	AREAS ESPECÍFICAS	ELEMENTO	ELEMENTOS
Accesibilidad	Área de protección	NA	
	Vías de acceso	1	
Zona de cargue y descargue	Zonas de cargue y descargue de vehículos	1	
	Zona de lavado y desinfección de vehículos	1	
Administración	Vestuarios	1	
	Comedor	NA	
	Taller mecánico	NA	
	Oficinas administrativas	NA	
	Servicios sanitarios	1	
Tratamiento de residuos	Cabinas de control	1	
	Foso de descarga	NA	
	Área de rechazo de residuos orgánicos	1	
	Área de rechazo de metales	1	
	Área de cabina de triaje	1	
	Área de trituradores	1	
	Área de compactadores	1	
	Área de embalajes	1	
	Área de extursión	NA	
	Bioreactores	NA	
Cabinas de control	1		
Biodigestores	NA		
Motogeneradores	NA		

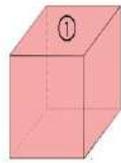
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14** Análisis de Elementos de ECA Kennedy

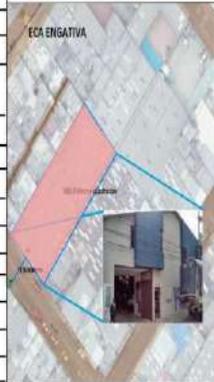
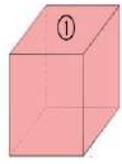
ZONIFICACIÓN GENERAL	AREAS ESPECÍFICAS	ELEMENTO	ELEMENTOS
Accesibilidad	Área de protección	NA	
	Vías de acceso	1	
Zona de cargue y descargue	Zonas de cargue y descargue de vehículos	1	
	Zona de lavado y desinfección de vehículos	NA	
Administración	Vestuarios	NA	
	Comedor	NA	
	Taller mecánico	NA	
	Oficinas administrativas	NA	
	Servicios sanitarios	1	
Tratamiento de residuos	Cabinas de control	NA	
	Foso de descarga	NA	
	Área de rechazo de residuos orgánicos	1	
	Área de rechazo de metales	1	
	Área de cabina de triaje	NA	
	Área de trituradores	1	
	Área de compactadores	1	
	Área de embalajes	1	
	Área de extursión	NA	
	Bioreactores	NA	
Cabinas de control	NA		
Biodigestores	NA		
Motogeneradores	NA		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15** Análisis de Elementos de ECA Usme

ZONIFICACIÓN GENERAL	AREAS ESPECÍFICAS	ELEMENTO	ELEMENTOS	
Accesibilidad	Área de protección	NA		
	Vías de acceso	1		
Zona de carga y descarga	Zonas de carga y descarga de vehículos	1		
	Zona de lavado y desinfección de vehículos	NA		
Administración	Vestuarios	NA		
	Comedor	NA		
	Taller mecánico	NA		
	Oficinas administrativas	NA		
	Servicios sanitarios	1		
Tratamiento de residuos	Cabinas de control	NA		
	Foso de descarga	NA		
	Área de rechazo de residuos orgánicos	1		
	Área de rechazo de metales	1		
	Área de cabina de triaje	NA		
	Área de trituradores	NA		
	Área de compactadores	NA		
	Área de embalajes	1		
	Área de extursión	NA		
	Bioreactores	NA		
	Cabinas de control	NA		
Biodigestores	NA			
Motogeneradores	NA			

**Tabla 16** Análisis de Elementos de ECA Engativá

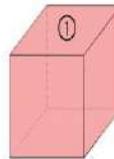
ZONIFICACIÓN GENERAL	AREAS ESPECÍFICAS	ELEMENTO	ELEMENTOS	
Accesibilidad	Área de protección	NA		
	Vías de acceso	1		
Zona de carga y descarga	Zonas de carga y descarga de vehículos	1		
	Zona de lavado y desinfección de vehículos	NA		
Administración	Vestuarios	NA		
	Comedor	NA		
	Taller mecánico	NA		
	Oficinas administrativas	NA		
	Servicios sanitarios	1		
Tratamiento de residuos	Cabinas de control	NA		
	Foso de descarga	NA		
	Área de rechazo de residuos orgánicos	1		
	Área de rechazo de metales	1		
	Área de cabina de triaje	NA		
	Área de trituradores	1		
	Área de compactadores	1		
	Área de embalajes	1		
	Área de extursión	NA		
	Bioreactores	NA		
	Cabinas de control	NA		
Biodigestores	NA			
Motogeneradores	NA			

Fuente: Elaboración propia

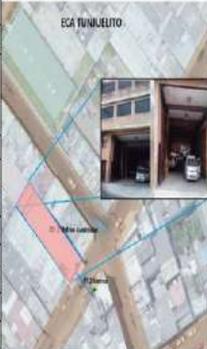
Fuente: Elaboración propia

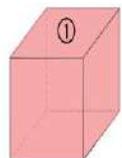
**Tabla 17** Análisis de Elementos de ECA Puente Aranda

ZONIFICACIÓN GENERAL	AREAS ESPECÍFICAS	ELEMENTO	ELEMENTOS
Accesibilidad	Área de protección	NA	
	Vías de acceso	1	
Zona de carga y descarga	Zonas de carga y descarga de vehículos	1	
	Zona de lavado y desinfección de vehículos	NA	
Administración	Vestuarios	NA	
	Comedor	NA	
	Taller mecánico	NA	
	Oficinas administrativas	NA	
	Servicios sanitarios	1	
Tratamiento de residuos	Cabinas de control	NA	
	Foso de descarga	NA	
	Área de rechazo de residuos orgánicos	1	
	Área de rechazo de metales	1	
	Área de cabina de triaje	NA	
	Área de trituradores	NA	
	Área de compactadores	NA	
	Área de embalajes	1	
	Área de extursión	NA	
	Bioreactores	NA	
	Cabinas de control	NA	
Biodigestores	NA		
Motogeneradores	NA		



**Tabla 18** Análisis de Elementos de ECA Tunjuelito

ZONIFICACIÓN GENERAL	AREAS ESPECÍFICAS	ELEMENTO	ELEMENTOS
Accesibilidad	Área de protección	NA	
	Vías de acceso	1	
Zona de carga y descarga	Zonas de carga y descarga de vehículos	1	
	Zona de lavado y desinfección de vehículos	NA	
Administración	Vestuarios	NA	
	Comedor	NA	
	Taller mecánico	NA	
	Oficinas administrativas	NA	
	Servicios sanitarios	1	
Tratamiento de residuos	Cabinas de control	NA	
	Foso de descarga	NA	
	Área de rechazo de residuos orgánicos	1	
	Área de rechazo de metales	1	
	Área de cabina de triaje	NA	
	Área de trituradores	NA	
	Área de compactadores	NA	
	Área de embalajes	1	
	Área de extursión	NA	
	Bioreactores	NA	
	Cabinas de control	NA	
Biodigestores	NA		
Motogeneradores	NA		

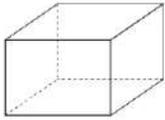
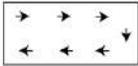


Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

A continuación se analiza una caracterización general para justificar la relación que tiene la forma con su función:

**Tabla 19. Análisis Funcional de Las ECA**

ELEMENTO	VOLUMETRÍA	RELACIONES FUNCIONALES
1		

Fuente: Elaboración propia

La tipología de las ECA está conformada por un solo elemento (figura-fondo), el cual es contenedor y articulador de todas las funciones.

**Tabla 19,1. Análisis Tipológica de Las ECA**

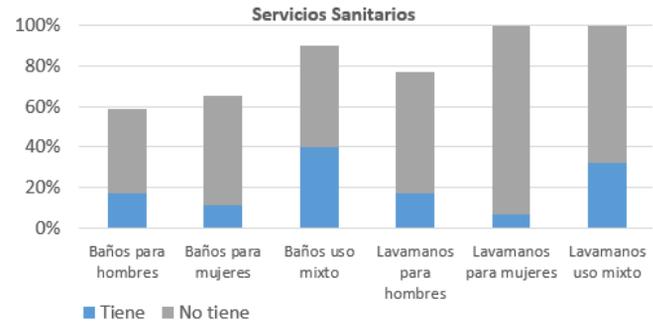
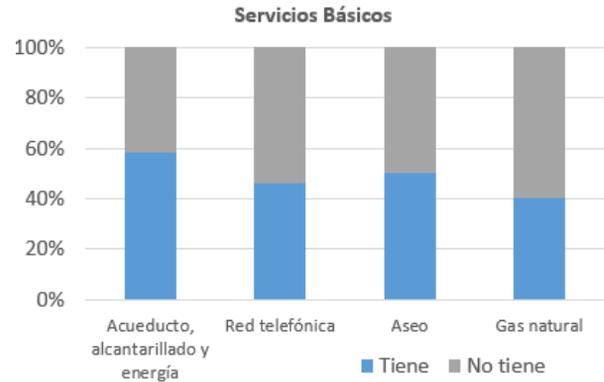
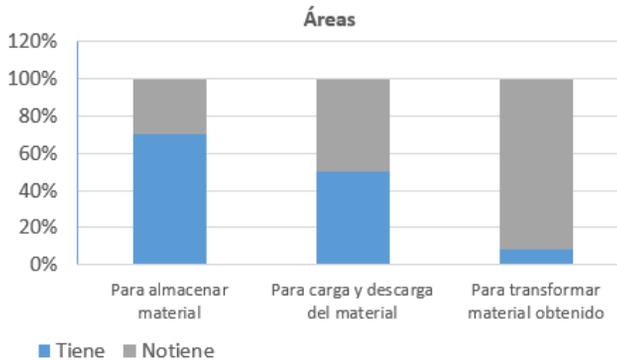
ELEMENTO	TIPOLOGÍAS (Teoría Gestalt)	DESCRIPCIÓN
1	PrAgnaz 	<p>✓Se establece como único elemento articulador y contenedor de varias funciones.</p> <p>✓Según la teoría Gestalt se identifica como elemento PrAgnaz, delimita horizontal y verticalmente el espacio, con apertura cenital permitiendo iluminación y ventilación.</p>

Fuente: Elaboración propia

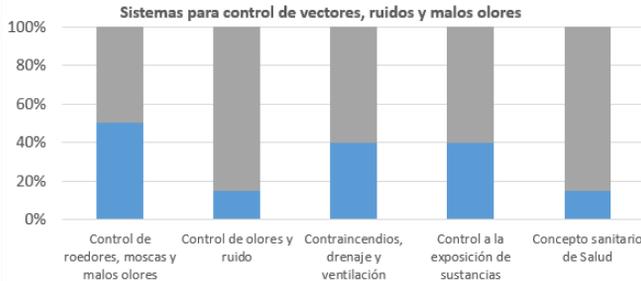
Para dar inicio con el diagnóstico, se realiza un cuadro comparativo partiendo del análisis anterior que evalúa las características formales y funcionales de las tipologías examinadas, todo esto con la intención de obtener las determinantes y criterios de diseños para el modelo tipológico.

Diagnóstico	(PTRSU)	(ECA)
Su tipología contiene un Elemento PrAgnaz como articulador de funciones principales	<b>X</b>	<b>X</b>
Su tipología está conformada por un solo elemento (figura-fondo)		<b>X</b>
Su tipología está conformada por dos o más elementos	<b>X</b>	
Cuenta con espacios para selección y clasificación mecanizada de residuos	<b>X</b>	<b>X</b>
Cuenta con espacios para la selección y clasificación manual de residuos	<b>X</b>	<b>X</b>
Cuentan con instalaciones sanitarias adecuadas	<b>X</b>	
Contienen sistemas para control de vectores, ruidos y malos olores	<b>X</b>	
Hace parte del esquema del servicio público de aseo	<b>X</b>	<b>X</b>

En cuanto a las recomendaciones técnicas y normativas respecto a las necesidades de equipamiento requeridas en la prestación de la actividad de aprovechamiento infraestructura, *Informe 4. CONSORCIO NCU- UAESP (2018)*; se obtuvieron las siguientes estadísticas:



Fuente: Elaboración propia a partir del *Informe 4. CONSORCIO NCU- UAESP (2018)*;



En el informe se evidencia la ausencia de instalaciones sanitarias para los trabajadores, menos del 10% de las ECAS cumplen con prevención de incendios y solo el 8% de las bodegas cuentan con espacios para transformar el material que obtienen. Además, se observó que aproximadamente el 54% de las bodegas controla la presencia de roedores, moscas y malos olores, mientras que el polvo, ruidos o vibraciones y la exposición a sustancias peligrosas

como ácidos y pesticidas es relativamente bajo (43%) y solo el 15% de éstas tienen en cuenta conceptos sanitarios de salud para prevenir infección y/o enfermedades atribuidas a los materiales que se depositan en el lugar y otro aspecto fundamental es que las bodegas no cuentan con la mejor tecnología para caracterizar y transportar los residuos. ; *Informe 4. CONSORCIO NCU- UAESP (2018).*

### 3.3 DETERMINANTES Y CRITERIOS DE DISEÑO TIPOLÓGICO

Las determinantes para el diseño de la tipología surgen a partir del análisis de los elementos formales de los referentes analizados en el capítulo anterior y sus relaciones funcionales.

#### Determinante

- El elemento que contiene la función principal es delimitado vertical y horizontalmente
- Deben existir elementos continuos al elemento principal
- El elemento que encierra y contiene los otros elementos debe tener apertura cenital
- Todos los elementos deben estar conectados con el elemento principal

#### Criterio

- La delimitación de la forma propicia el control de las funciones necesarias para el proceso que se llevará a cabo dentro del modelo
- En estos elementos se ejecutan las funciones que no son aptas en el elemento principal
- Este elemento cumple con la función de iluminar y ventilar de manera natural al conjunto de elementos
- Permitiendo la circulación de personas y material

### 3.4 DETERMINANTES Y CRITERIOS PARA LA MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Las determinantes y criterios para la mitigación de impacto ambiental deben ser aplicados a las áreas adaptadas al proceso de tratamiento de RSU del modelo tipológico.

Las determinantes y criterios para la mitigación de impacto ambiental deben ser aplicados a las áreas adaptadas al proceso de tratamiento de RSU del modelo tipológico.

Determinante

- Contar con un sistema de control de emisión de olores
- Contar con un sistema de prevención y control de incendios
- Contar con un sistema de drenaje para las aguas lluvias y esorrentía subsuperficial
- Contar con sistema de recolección y tratamiento de lixiviados cuando sea del caso

Criterio

Esto permite la reducción de impactos ambientales, minimiza la generación de residuos, y reducción de utilización de recursos naturales.

### 3.5 Otras variables a tener en cuenta para el diseño del modelo

Determinante

- A. Capacidad de ton/día
- B. Densidad promedio de los RS en Bogotá
- C. Materialidad

#### A. Área de influencia: AI

Para hallar el área de influencia, se tuvo en cuenta la media del Material potencialmente aprovechable que es de 45ton/día y el -supuesto de capacidad de operación de una Bodega distrital (ECA) es de 10,45Ton/día x Km, informe 4. pág 30 CONSORCIO NCU- UAESP (2018), se puede establecer el área de influencia del Modelo Tipológico es de: 4,3 km<sup>2</sup>

$$AI = \frac{\text{Capacidad(Ton/día)}}{\text{Ton/día x Km}^2}$$

$$AI = \frac{45\text{Ton/día}}{10,45\text{Ton/día x Km}^2}$$

$$AI = 4,3\text{Km}^2$$

Cabe mencionar que el área de influencia del Modelo Tipológico, está sobredimensionada, sin embargo, esta etapa del proyecto aún sigue en estudio.

### B. Densidad de los RSU

Para la selección y ubicación de los equipos y máquinas que se requieren en los procesos de tratamiento de rsu dentro del Modelo Tipológico, se tuvo en cuenta la Guía para la caracterización de los RS. Min. Ambiente, en donde la densidad promedio de los rsu es de 222,49 Kg/m.

$$m \text{ ————— } 222,49 \text{ Kg}$$

$$x \text{ ————— } 45.000 \text{ Kg}$$

$$X = \frac{45.000 \text{ kg}}{222,49 \text{ kg}} \times m^3$$

$$X = 202,25 \text{ m}^3$$

Para el modelo tipológico se destinaron 45.000 kg/día, es decir, se procesaran 6,4 ton/hora de RSU con una densidad de 202,25 m , estos cálculos sirven para seleccionar las maquinas con dimensiones proporcionales para el área de influencia (4,3 km<sup>2</sup>). Ver tabla 26.

### 3.6 DETERMINANTES Y CRITERIOS PARA LA LOCALIZACIÓN DEL MODELO

**Tabla 18 Equipos necesarios para el Modelo Tipológico**

Equipo	Área	Capacidad	Unid
Trommel	16m <sup>2</sup>	4ton/hora	2
Electroimanes	60m <sup>2</sup>	3,4ton/hora	2
Cabina de triaje	70m <sup>2</sup>	2,5ton/hora	3
Reactores Verticales	20m <sup>2</sup>	1ton/hora	7
Trituradora de papel	50m <sup>2</sup>	3 ton/hora	2
Trituradora de Cartón	30m <sup>2</sup>	3ton/hora	2
Trituradora de vidrio	60m <sup>2</sup>	3ton/hora	2
Compactadores	80m <sup>2</sup>	2,5ton/hora	3
Embaladora	50m <sup>2</sup>	3ton/hora	2
Empacadoras	51m <sup>2</sup>	2,5ton/hora	3

*Fuente:* Elaboración propia

Según el Marco de Gestión Ambiental (2016) para ubicar las Plantas de Tratamiento de Residuos Sólidos (PTRS), se deben considerar criterios ambientales, sociales y normativos, así como el uso y aprovechamiento de los recursos naturales durante el proceso de construcción y funcionamiento del proyecto.

Para las PTRSU no existe un decreto que establezca los criterios para su ubicación, de todas formas, se pueden adaptar los criterios establecidos por el Decreto Único Reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio 1077 de 2015 (Capítulo 3, Sección 2), ver tabla 27, en donde se establecen las especificaciones técnicas y ambientales de rellenos sanitarios, resaltando, las especificaciones de

selección de sitios y los elementos de protección que se deben incorporar para controlar las interacciones de los residuos con el medio ambiente, como mecanismo para minimizar los impactos ambientales. Estos criterios se pueden aplicar para la locación del modelo tipológico de acuerdo con los impactos y riesgos que ofrece esta tecnología para el medio ambiente.

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS	
<p>Título F4.3.3 Manual de Operación con la Respectiva Descripción de Funciones y Perfil Operativo Requerido de Acuerdo al Flujo de Proceso. Condiciones de Localización y Funcionamiento</p>	<p>No estar localizadas en áreas de influencia directa de establecimientos educativos, hospitalarios y de salud, instalaciones militares, instalaciones de preparación y transformación de alimentos, instalaciones de formulación y elaboración de medicamentos y fármacos y, otros con cuyas actividades sean consideradas como incompatibles por razones de riesgo tecnológico.</p>
<p>Título F.5.5 Localización de unidades de tratamiento para potenciar el aprovechamiento</p>	<p>Debe estar cerca al área y rutas de recolección. Debe localizarse en una zona industrial y simultáneamente debe cumplir con el requisito de aislamiento que satisfaga la aceptación de la comunidad y se puedan mantener zonas de seguridad adecuadas alrededor de la instalación.</p>

Decreto Único Reglamentario 1077 de 2015 (Capítulo 3, Sección 2)	
<p>Prohibiciones</p>	<p>Fuentes superficiales. Dentro de la faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, como mínimo de treinta (30) metros de ancho o las definidas en el POT; dentro de la faja paralela al sitio de pozos de agua potable, tanto en operación como en abandono, a los manantiales y aguas arriba de cualquier sitio de captación de una fuente superficial de abastecimiento hídrico para consumo humano de por lo menos quinientos (500) metros; en zonas de pantanos, humedales y áreas similares.</p> <p>Fuentes subterráneas: En zonas de recarga de acuíferos.</p> <p>Hábitats naturales críticos: Zonas donde habiten especies endémicas en peligro de extinción</p> <p>Áreas con fallas geológicas. A una distancia menor a sesenta (60) metros de zonas de la falla geológica.</p> <p>Áreas pertenecientes al Sistema de Parques Nacionales Naturales y demás áreas de manejo especial y de ecosistemas especiales tales como humedales, páramos y manglares.</p> <p>Distancia al suelo urbano. Dentro de los mil (1.000) metros de distancia horizontal, con respecto al límite del área urbana o sub urbana, incluyendo zonas de expansión y crecimiento urbanístico, distancia que puede ser modificada según los resultados de los estudios ambientales específicos.</p>
<p>Requisitos particulares</p>	<p>Proximidad a zonas residenciales, La ubicación se realizará a más de 3 km de los de recreación, agrícolas o naturales aeropuertos de turbo reactores y a 1,6 km de protegidas, o al hábitat para la fauna un aeropuerto para aviones tipo pistón o según o zonas frecuentadas por especies lo dispuesto por la autoridad aérea competente depredadoras, así como otros usos y teniendo en cuenta las amenazas posibles del suelo potencialmente para la seguridad aérea debido a la atracción y presencia de aves.</p> <p>Se ubicarán en lugares de pendiente suave, que minimizan la necesidad de realizar trabajos de explanación para obtener la pendiente adecuada de drenaje de lixiviados, de aproximadamente el 2%</p>
<p>Guías de Localización del Banco Mundial</p>	
<p>Geología e hidrogeología del emplazamiento</p>	<p>Geología e hidrogeología del emplazamiento</p>

# Cap. 4

## Propuesta

---

## 4.1 PROPUESTA GENERAL

- 1 Vías de acceso y circulación de vehículos, zonas verdes, senderos peatonales
- 2 Área destinada para los oficios administrativos que controlan todas las funciones del modelo, conexión directa con la planta de tratamiento mediante un puente peatonal.
- 3 Área destinada para empleados acorde a sus necesidades. (baños, comedores, etc)
- 4 Planta de clasificación, tratamiento y almacenamiento de los residuos aprovechables
- 5 Área de lavado y desinfección de vehículos.
- 6 Área de manejo de residuos no aprovechables

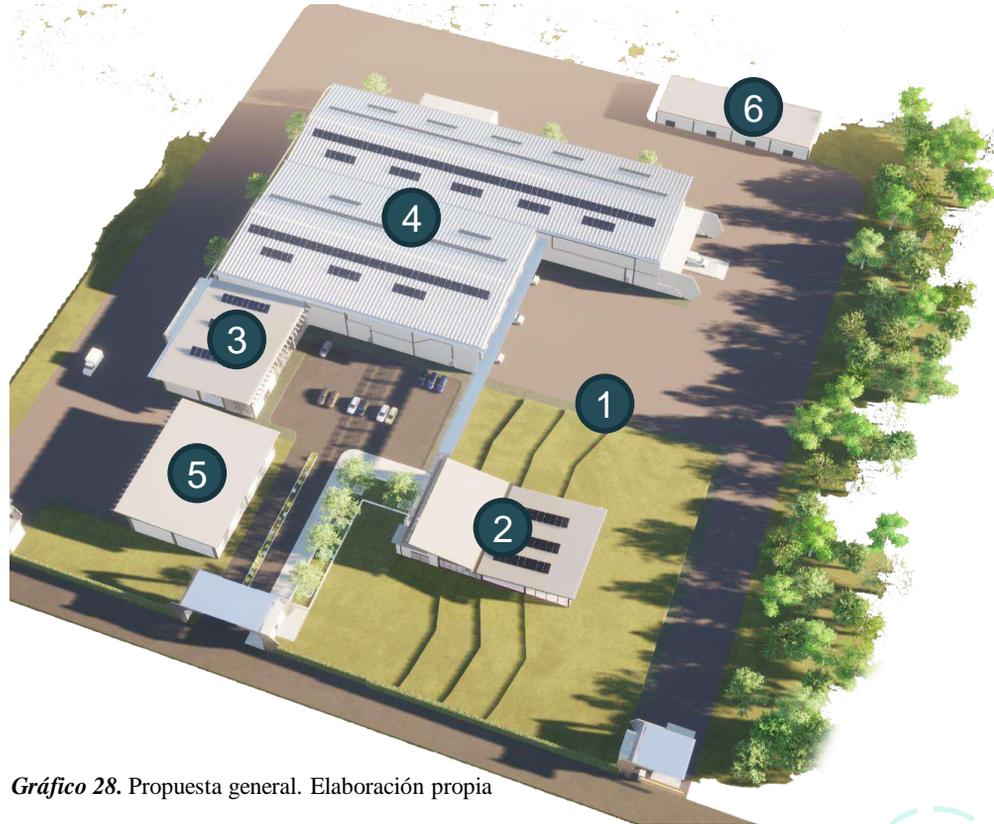
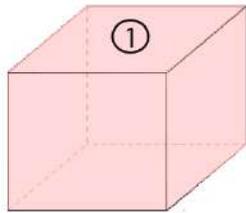


Gráfico 28. Propuesta general. Elaboración propia

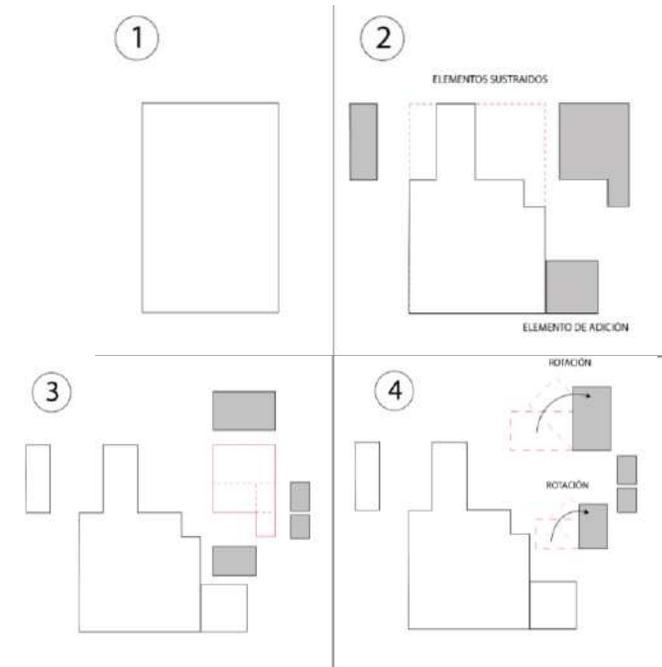
## 4.2 PROPUESTA CONCEPTUAL

Para el desarrollo formal y/o conceptual de la propuesta de diseño, se parte desde el único elemento formal que compone la tipología de las ECA (gráfico 24).



**Gráfico 30.** Tipología ECA ( figura-fondo)

A partir de dicho elemento formal, se genera una sustracción de elementos con el fin de componer espacios que tengan relación-conexión entre ellos y posteriormente dar inicio a una propuesta tipológica que corresponda a las determinantes y criterios mencionados en el capítulo anterior.



**Gráfico 31.** Desarrollo formal del modelo tipológico a partir de un elemento (figura-fondo). Elaboración propia

### 4.3 PROPUESTA TIPOLOGICA

A partir de la propuesta conceptual, se tiene en cuenta que la tipología de las ECA anteriormente analizadas y descritas, podría replantearse de una forma más adecuada teniendo en cuenta la tipología de las PTRS en donde existe una adecuada relación entre los elementos y sus funciones. Además se tiene en cuenta las leyes de la teoría de la Gestalt para la relación funcional entre cada elemento.

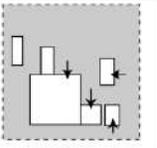
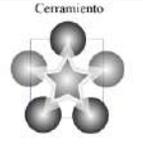
ELEMENTO	VOLUMETRÍA	RELACIONES FUNCIONALES	TIPOLOGIAS (Teoria Gestalt)
1			

Gráfico 32. Propuesta elemento 1. Elaboración Propia

- **Descripción (Elemento 1):**

- Se establece como elemento contenedor de todas las funciones y elementos.
- Principal Alimentador del conjunto de elementos.
- Según la Teoría de la Gestalt, se identifica como elemento de cerramiento, delimitando horizontal y verticalmente el espacio, cuenta con apertura cenital para mayor captación de iluminación y ventilación natural al conjunto de los elementos.

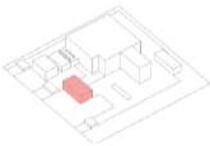
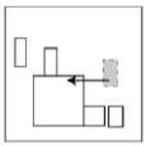
ELEMENTO	VOLUMETRÍA	RELACIONES FUNCIONALES	TIPOLOGIAS (Teoria Gestalt)
2			

Gráfico 33. Propuesta elemento 2. Elaboración Propia

- **Descripción (Elemento 2):**
  - Alimentador del elemento 4
  - Posee apertura cenital para mayor captación de

iluminación y ventilación natural al espacio.

- Según la Teoría de la Gestalt, se identifica como elemento de Proximidad

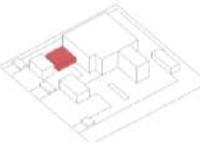
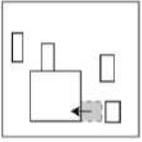
ELEMENTO	VOLUMETRÍA	RELACIONES FUNCIONALES	TIPOLOGIAS (Teoría Gestalt)
3			Continuidad 

Gráfico 34. Propuesta elemento 3. Elaboración Propia

- **Descripción (Elemento 3):**

- Se establece como elemento expulsor hacia el elemento 4.
- Posee delimitación vertical del espacio con apertura horizontal permitiendo ventilación e iluminación del espacio.
- Según la Teoría de la Gestalt, se identifica como elemento de Continuidad.

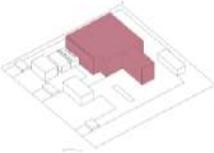
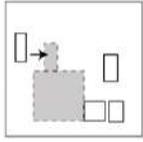
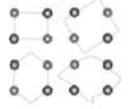
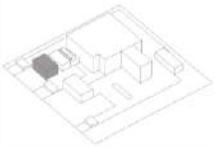
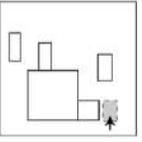
ELEMENTO	VOLUMETRÍA	RELACIONES FUNCIONALES	TIPOLOGIAS (Teoría Gestalt)
4			PrAgnaz 

Gráfico 35. Propuesta elemento 4. Elaboración Propia

- **Descripción (Elemento 4):**

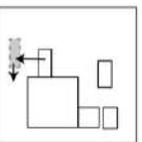
- Posee la función principal.
- Elemento de mayor jerarquía.
- Articulador de funciones del conjunto de elementos.
- Según la Teoría de la Gestalt, se identifica como elemento PrAgnaz.

ELEMENTO	VOLUMETRÍA	RELACIONES FUNCIONALES	TIPOLOGIAS (Teoría Gestalt)
5			Proximidad 

**Gráfico 36.** Propuesta elemento 5. Elaboración Propia

• **Descripción (Elemento 5):**

- Se establece como elemento receptor del elemento 1
- Posee delimitación vertical del espacio con apertura horizontal permitiendo ventilación e iluminación del espacio.
- Según la Teoría de la Gestalt, se identifica como elemento de Proximidad.

ELEMENTO	VOLUMETRÍA	RELACIONES FUNCIONALES	TIPOLOGIAS (Teoría Gestalt)
6			Proximidad 

**Gráfico 37.** Propuesta elemento 6. Elaboración Propia

• **Descripción (Elemento 6):**

- Se establece como elemento receptor del elemento 4 y expulsor del elemento 1
- Posee delimitación vertical del espacio con apertura horizontal permitiendo ventilación e iluminación del espacio.
- Según la Teoría de la Gestalt, se identifica como elemento de Proximidad.

## 4.4 SOSTENIBILIDAD

Para la sostenibilidad del modelo tipológico se tienen en cuenta dos tipos de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible SUDS:

**4.1.1 ALCORQUES:** se propone Alcorques en zonas verdes del elemento 1, como zona de Bio-retención que será utilizada como un sistema de apoyo al sistema de captación de aguas lluvias en vías, por medio de sumideros laterales convencionales. Luego que la escorrentía ha sido transitada a través de este, el agua será conducida hacia las redes de alcantarillado. (CIIA, Universidad Los Andes, 2017)

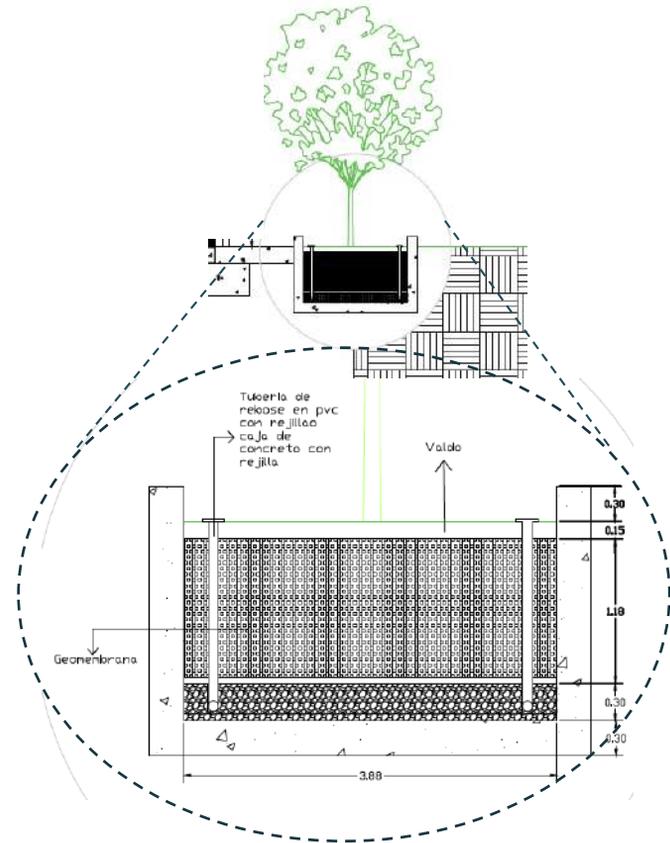
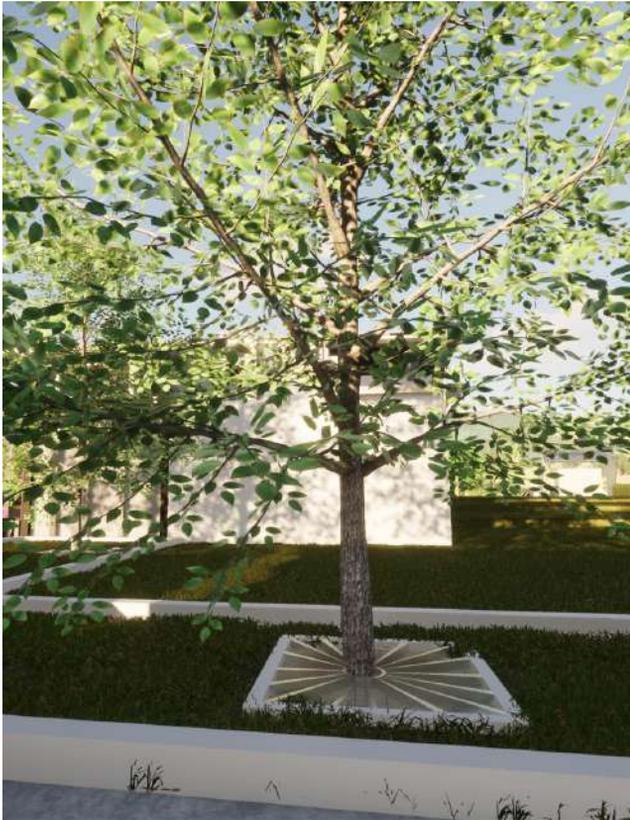
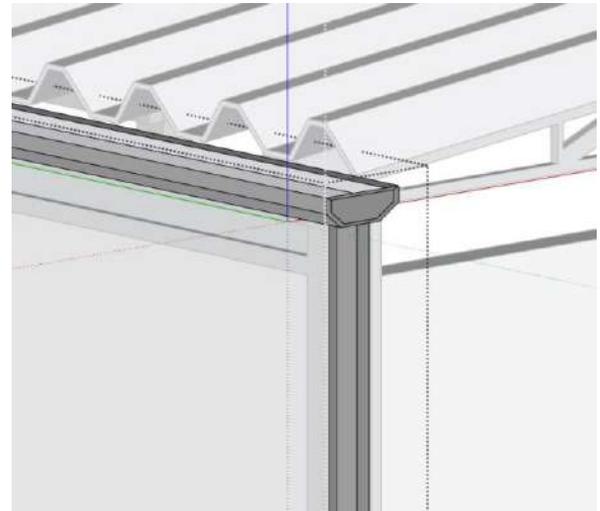


Gráfico 38. Alcorque inundable. Elaboración Propia



**Gráfico 39.** Render Alcorque inundable. Elaboración propia

**4.1.2 CANALES:** Se propone canales para la recolección de aguas lluvias para ser conducidas hasta tanques de almacenamiento.



**Gráfico 40.** Canales de recolección de aguas lluvias.



**Gráfico 41.** Render paneles solares en cubiertas. Elaboración propia

**4.1.3 PÁNELES SOLARES:** Para la adaptación bioclimática en clima cálido se instalan paneles de 200W en las cubiertas permitiendo mayor captación de energía solar, la cual se utilizará para la iluminación de los elementos.

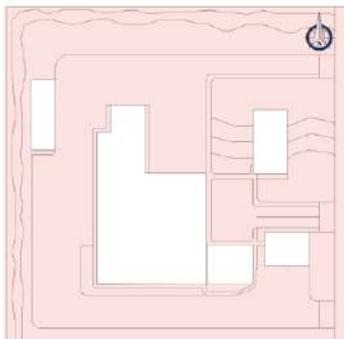
**Tabla 19.** Datos de producción de energía solar

Numero de paneles	1200
Producción panel/hora (Wats)	200
Producción total año (Wats)	427.734,375

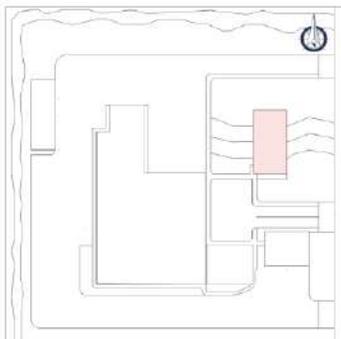
Elaboración propia

## 4.5 DESARROLLO ARQUITECTÓNICO POR ELEMENTOS

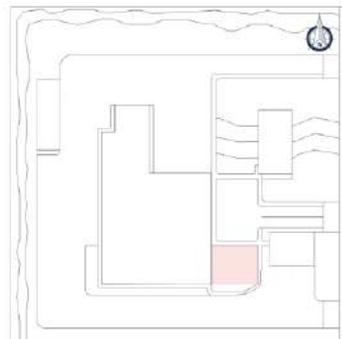
Zonificación Elemento 1



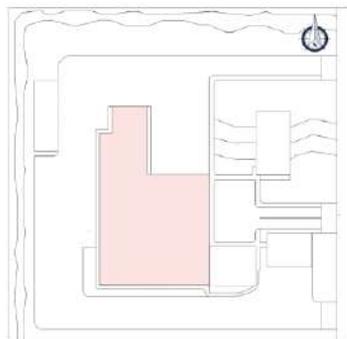
Zonificación Elemento 2



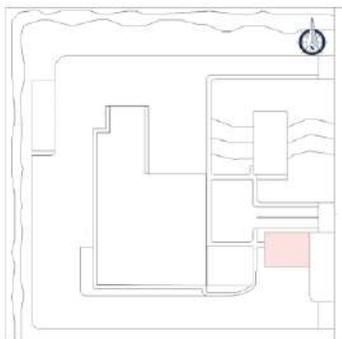
Zonificación Elemento 3



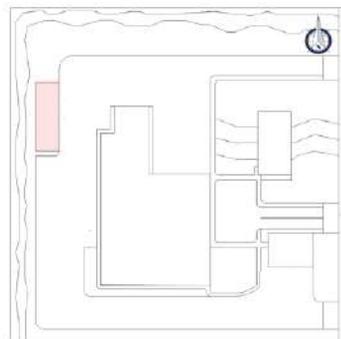
Zonificación Elemento 4



Zonificación Elemento 5

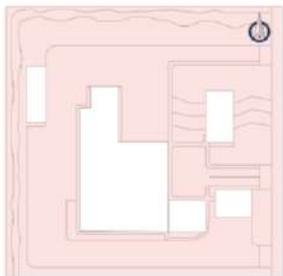


Zonificación Elemento 6

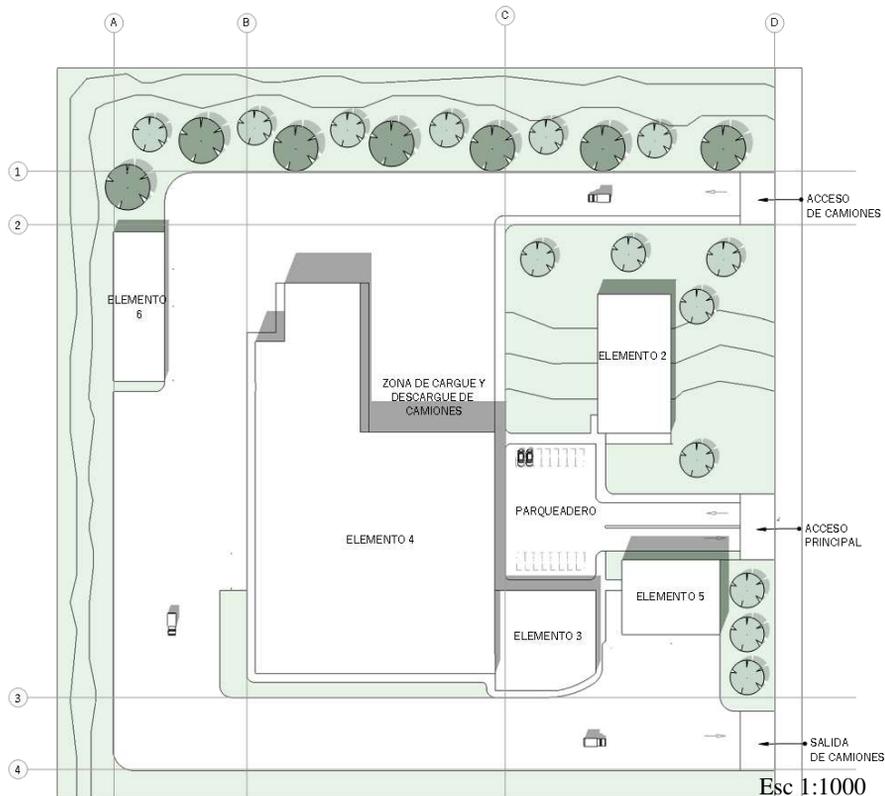


**Gráfico 42.** Zonificación por elementos  
Fuente: Elaboración propia

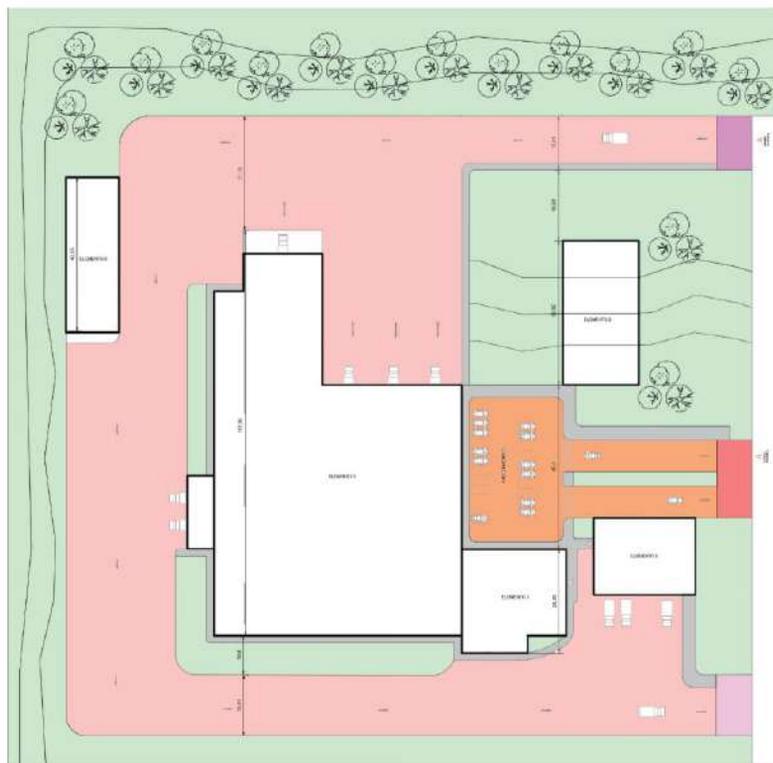
## Desarrollo arquitectónico Elemento 1



**Gráfico 43.** Implantación elemento 1. Fuente: Elaboración propia



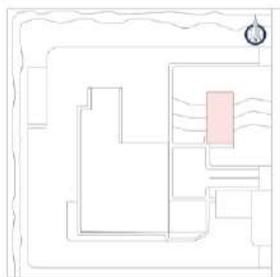
**Gráfico 44.** Planta Arquitectónica elemento 1 Fuente: Elaboración propia.



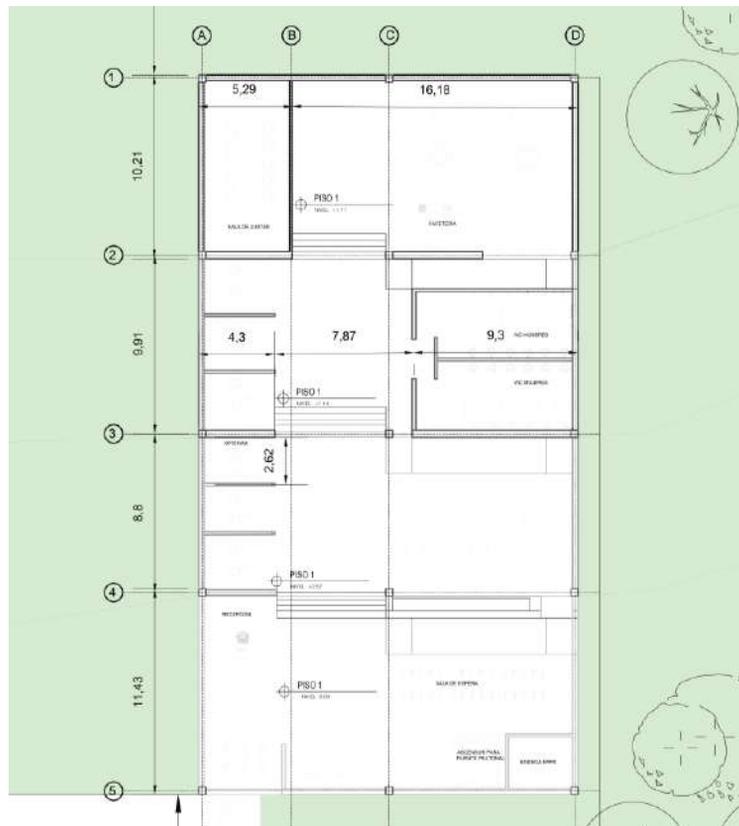
Espacio	m2
Zonas Verdes	15,904
Parqueadero	1,043
Senderos peatonales	1,250
Circulación de Vehículos	8,500
Portería 1 (principal)	192
Portería 2	150
Portería 3	150

Gráfico 45. Zonificación elemento 1. Fuente: Elaboración propia

## Desarrollo arquitectónico Elemento 2



**Gráfico 46.** Implantación elemento 2. Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 47.** Planta Arquitectónica elemento 2. Fuente: Elaboración propia





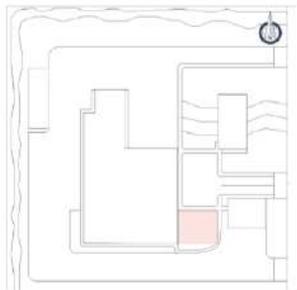
Gráfico 48. Zonificación elemento 2. Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Cuadro de áreas

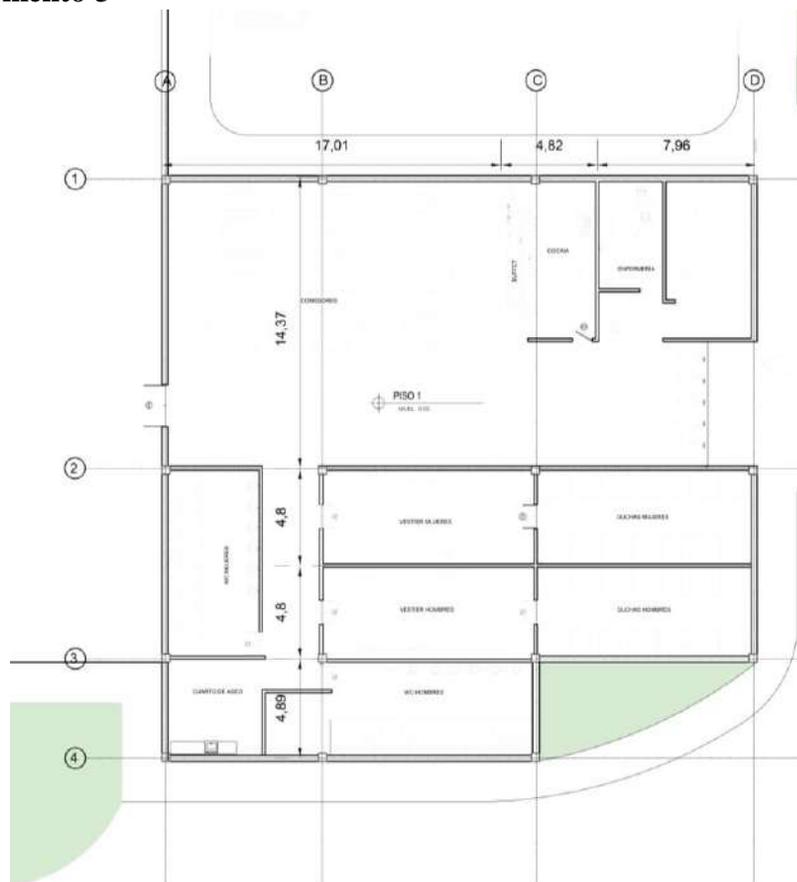
	Espacio	m2
	Acceso	20
	Recepción	15
	Sala de espera	40
	Ascensor	7
	Bodega	10
	Oficinas	75
	Sala de negocios	67
	Baños	68
	Cafetería	100
	Sala de juntas	65
	Escaleras	21
	Rampas	54

Fuente: Elaboración propia

## Desarrollo arquitectónico Elemento 3



**Gráfico 49.** Implantación elemento 3. Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 50.** Planta Arquitectónica elemento 3. Fuente: Elaboración propia



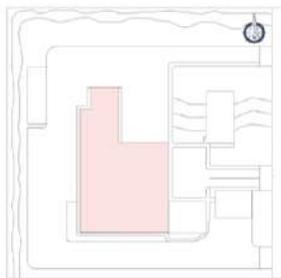
**Tabla 21.** Cuadro de áreas

	<b>Espacio</b>	<b>m2</b>
	Acceso	30
	Recepción	5
	Enfermería	16
	Sala de juntas	32
	Cocina	31
	Comedor	150
	Baños	82
	Vestier	95
	Duchas	95
	Cuarto de aseo	21

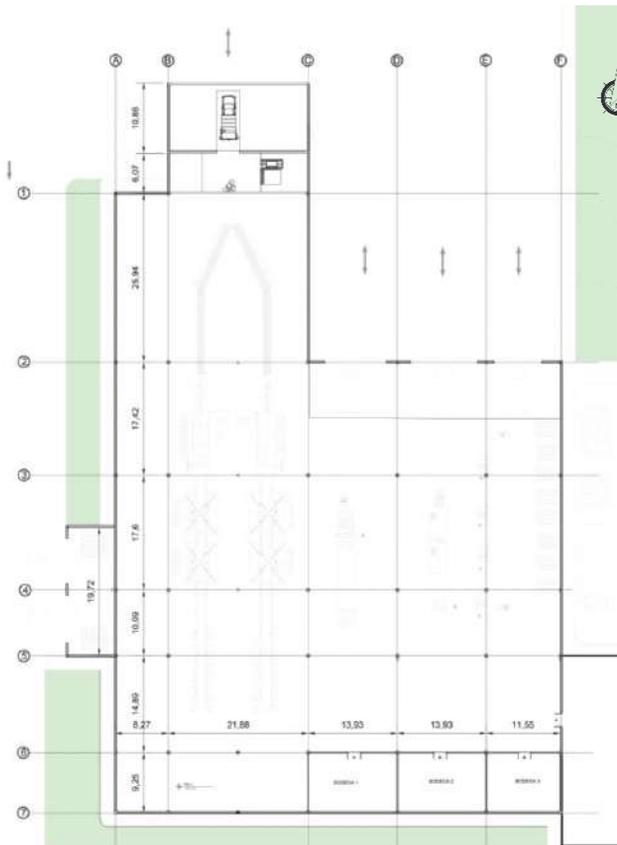
Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 51.** Zonificación elemento 3. Fuente: Elaboración propia

## Desarrollo arquitectónico Elemento 4



**Gráfico 52.** Implantación elemento 4. Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 53.** Planta Arquitectónica elemento 4 Fuente: Elaboración propia

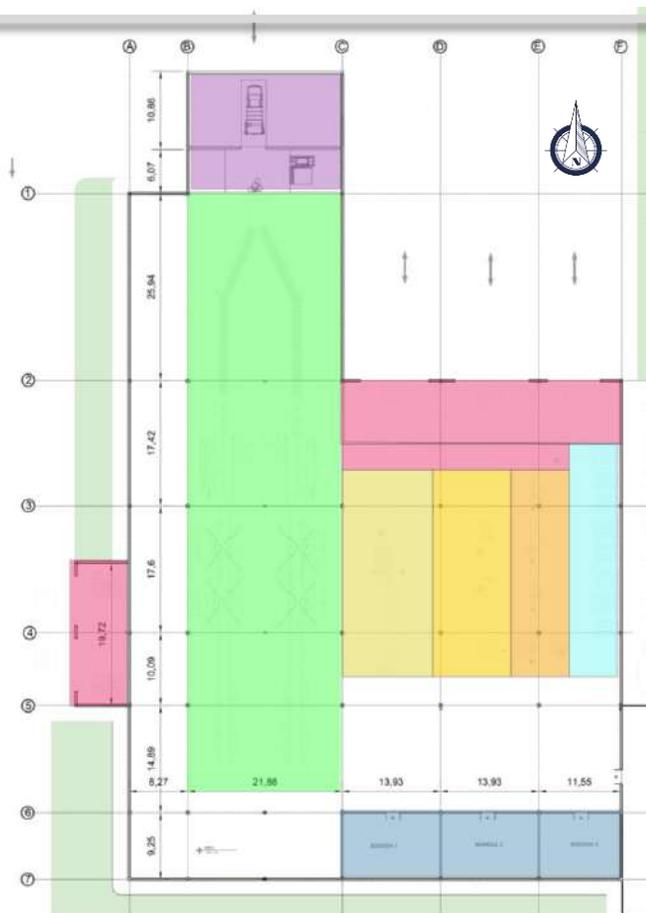
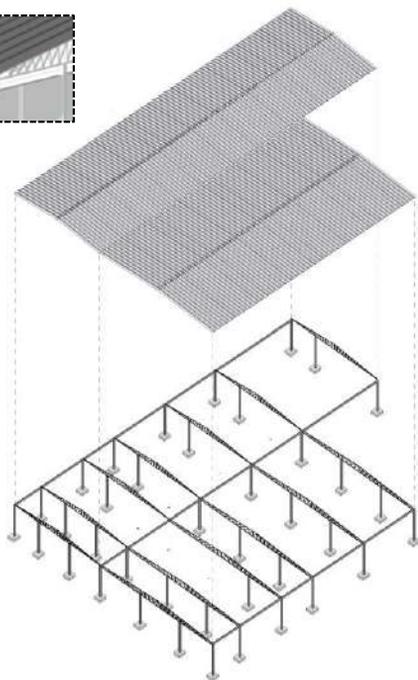


Gráfico 54. Zonificación elemento 4. Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Cuadro de áreas

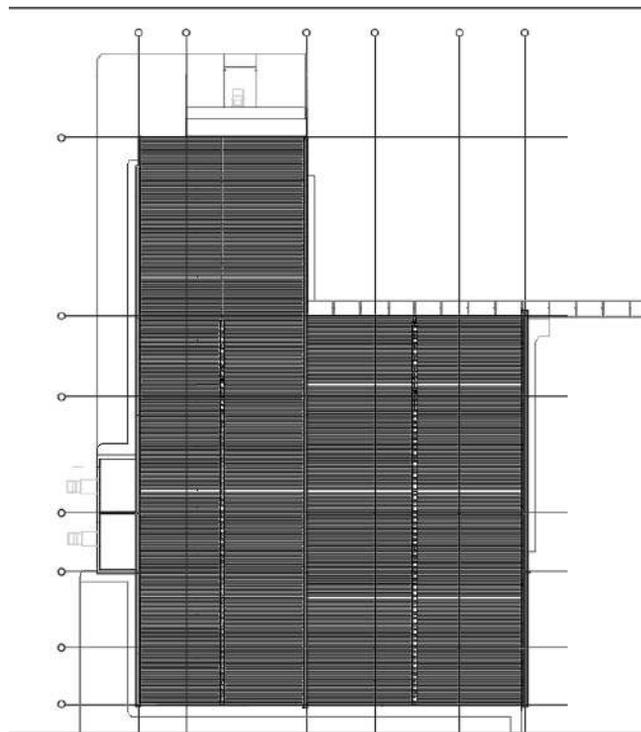
	Espacio	m2
	Bodegas	353
	Área de clasificación de RSU	1888
	Área de tratamiento de papel y cartón	450
	Área de tratamiento del plástico	400
	Área de tratamiento del vidrio	400
	Pesaje y foso de descarga	353
	Almacenamiento	200
	Zona de cargue y descargue de camions	424

Fuente: Elaboración propia



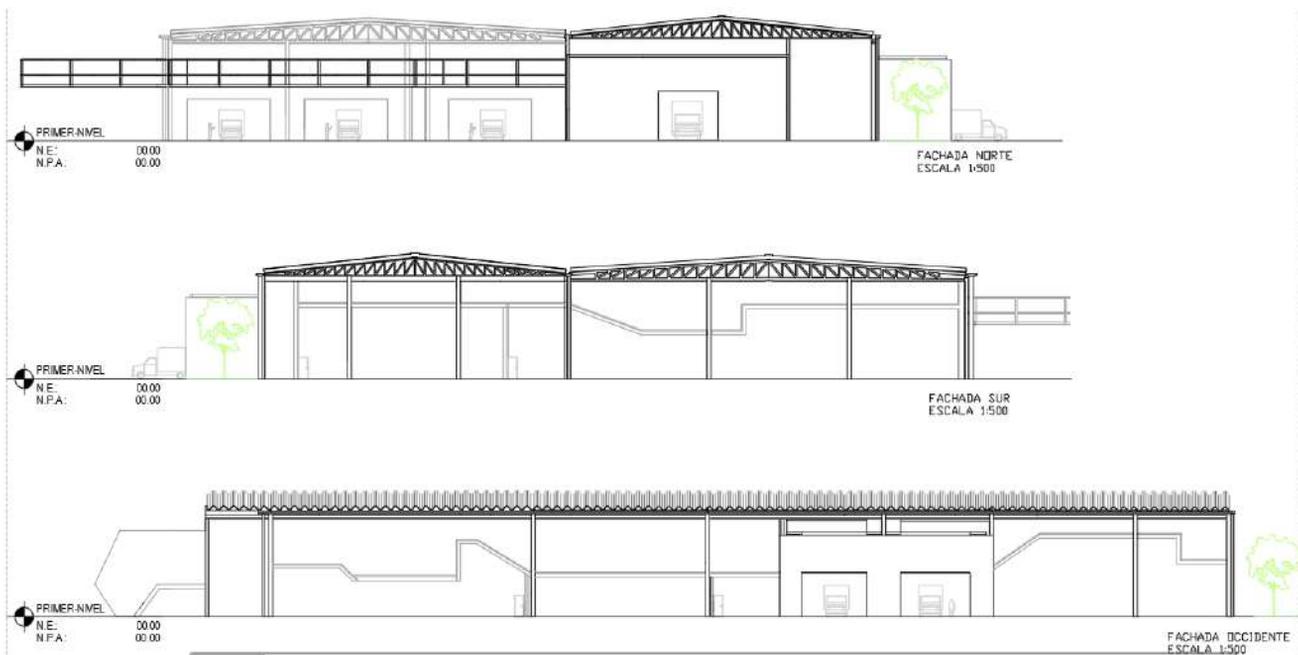
**Gráfico 55.** Estructura metálica y cubierta tipo lámina galvanizada Elemento 4.

Fuente: Elaboración propia



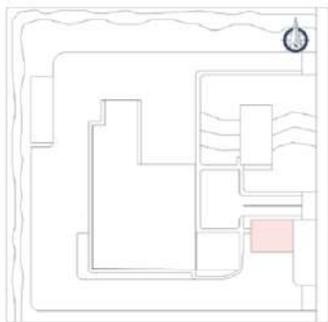
**Gráfico 56.** Plano de cubierta elemento 4

## Desarrollo arquitectónico Elemento 4

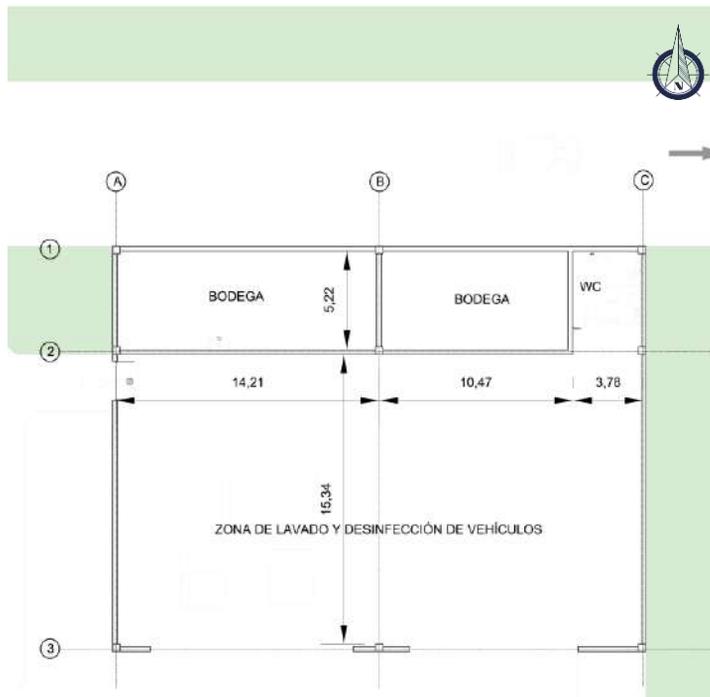


**Gráfico 57.** Fachadas elemento 4  
Elaboración propia

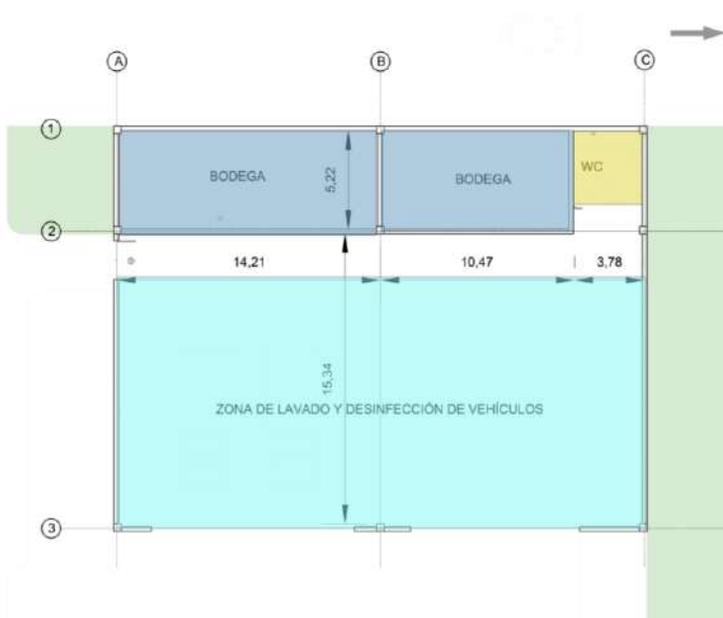
## Desarrollo arquitectónico Elemento 5



**Gráfico 58.** Implantación elemento 5. Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 59.** Planta Arquitectónica elemento 5 Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 23.** Cuadro de áreas

	<b>Espacio</b>	<b>m2</b>
	Bodegas	125
	Baños	13
	Lavado y desinfección de vehículos	100

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 60.** Zonificación elemento 5. Fuente: Elaboración propia

# Cap. 5

## Conclusiones

---

## 5.1 CONCLUSIONES

- Los residuos sólidos son un detonante de impactos ambientales negativos en el suelo, agua, biota y en el aire, hasta el punto de aportar en la generación de gases efecto invernadero que acentúan la aceleración del cambio climático.

Dadas las anteriores circunstancias, realizar una gestión de los residuos contribuye firmemente a la disminución de esos efectos ambientales negativos, asegurando así participar en los objetivos de desarrollo sostenible globales entorno a la acción por el clima.

- Una adecuada separación y clasificación debe iniciarse por los más grandes hasta los pequeños generadores de residuos, para facilitar su tratamiento y poder reincorporarlos al ciclo productivo.

Dicho lo anterior, surge la necesidad de implementar proyectos de infraestructura, como por ejemplo, un

modelo tipológico en donde se transformen los residuos en recursos.

- A partir del análisis comparativo de los referentes, se observa la necesidad de optimizar el espacio de las tipologías de las Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento ECA, y esto se debe a que:
  1. Las actividades que se ejecutan dentro de esas bodegas requieren un espacio más amplio.
  2. La instalaciones sanitarias no cumplen con los requisitos mínimos para brindar confort a los recicladores de oficio.
  3. Algunas bodegas están ubicadas en zonas residenciales, generando inconformidad con las personas que viven en el área de influencia.
- La tipologías de las Plantas de Tratamiento de Residuos Sólidos (internacionales) sirven como gran aporte para la reestructuración de las ECA.

- En cuanto a la normatividad, se evidencia que son recientes las estrategias sin embargo, el avance y control de la gestión de los residuos no avanza acorde a la necesidad de reducir los residuos sólidos.
- Poca información: no se pudo obtener planos arquitectónicos como guía para el análisis, algo tan fundamental requiere de más soluciones arquitectónicas, y es todo un reto llegar a un detalle arquitectónico sin tener referentes nacionales que brinden información para el campo de la arquitectura.

## 5.2 LISTA DE GRÁFICOS

- **Gráfico 1.** Estructura De contenido
- **Gráfico 2.** Flor de problemas
- **Gráfico 3.** Población objetivo
- **Gráfico 4.** Alcance de la inversión proyectual
- **Gráfico 5.** Fases metodológicas
- **Gráfico 6.** Generación de RS Bogotá vs Resto del país
- **Gráfico 7.** Sistemas de Disposición Final en Colombia
- **Gráfico 8.** Porcentaje de municipios atendidos versus toneladas diarias promedio según sistema de disposición.
- **Gráfico 9.** Previsión de los RS generados para el año 2030
- **Gráfico 10.** Localización del RS Doña Juana
- **Gráfico 11.** Toneladas dispuestas al año en ciudades principales
- **Gráfico 12.** Relleno sanitario Doña Juna
- **Gráfico 13.** Tipos de RS
- **Gráfico 14.** Ejemplos de residuos NO reciclables
- **Gráfico 15.** Ejemplos de residuos peligroso
- **Gráfico 16.** Ejemplos e residuos especiales
- **Gráfico 17.** Componentes de la prestación de servicio publico de aseo
- **Gráfico 18.** Tratamiento Mecánico - Biológico
- **Gráfico 19.** Etapas de clasificación y separación de los MPA
- **Gráfico 20.** Etapas de los tratamientos de los Materiales plásticos
- **Gráfico 21.** Etapas de tratamiento del vidrio
- **Gráfico 22.** Etapas de tratamiento del papel y cartón
- **Gráfico 23.** Economía circular
- **Gráfico 24.** Aportes a una economía sostenible mediante estrategias de ecoinnovación

- **Gráfico 25.** Línea del tiempo de la normativa Nacional
- **Gráfico 26.** PTRSU, Buenos aires
- **Gráfico 27.** PTRSU, Zabalgabi
- **Gráfico 28.** PTRSU, Barcelona
- **Gráfico 29.** Propuesta general
- **Gráfico 30.** Tipología ECA ( figura-fondo)
- **Gráfico 31.** Desarrollo formal del modelo tipológico a partir de un elemento (figura-fondo)
- **Gráfico 32.** Propuesta elemento 1
- **Gráfico 33.** Propuesta elemento 2
- **Gráfico 34.** Propuesta elemento 3
- **Gráfico 35.** Propuesta elemento 4
- **Gráfico 36.** Propuesta elemento 5
- **Gráfico 37.** Propuesta elemento 6
- **Gráfico 38.** Alcorque inundable
- **Gráfico 39.** Render Alcorque inundable
- **Gráfico 40.** Canales de recolección de aguas lluvias
- **Gráfico 41.** Render paneles solares en cubierta
- **Gráfico 42.** Zonificación por elementos Fuente
- **Gráfico 43.** Implantación elemento 1
- **Gráfico 44.** Planta Arquitectónica elemento 1
- **Gráfico 45.** Zonificación elemento 1
- **Gráfico 46.** Implantación elemento 2
- **Gráfico 47.** Planta Arquitectónica elemento 2
- **Gráfico 48.** Zonificación elemento 2
- **Gráfico 49.** Implantación elemento 3
- **Gráfico 50.** Planta Arquitectónica elemento 3
- **Gráfico 51.** Zonificación elemento 3
- **Gráfico 52.** Implantación elemento 4
- **Gráfico 53.** Planta Arquitectónica elemento 4
- **Gráfico 54.** Zonificación elemento 4
- **Gráfico 55.** Estructura metálica y cubierta tipo lámina galvanizada Elemento 4
- **Gráfico 56.** Plano de cubierta elemento 4
- **Gráfico 57.** Fachadas elemento 4
- **Gráfico 58.** Implantación elemento 5. Fuente: Elaboración propia
- **Gráfico 59.** Planta Arquitectónica elemento 5 Fuente: Elaboración propia.
- **Gráfico 60.** Zonificación elemento 5. Fuente: Elaboración propia

### 5.3 LISTA DE TABLAS

- **Tabla 1.** Toneladas dispuestas en cada sistema de disposición final
- **Tabla 2.** Residuos sólidos dispuestos a nivel municipal
- **Tabla 3.** Componente del sistema para la gestión integral de residuos solidos
- **Tabla 4.** Tipos de infraestructura para el reciclaje
- **Tabla 5.** Producción Per-cápita de RS por localidad
- **Tabla 6.** Caracterización de los elementos constitutivos según la Teoría de Gestalt
- **Tabla 7.** Plantas de Tratamiento Mecanico-Biologico
- **Tabla 8.** Fotografías ECAS
- **Tabla 9.** Componentes internos de las ECAS
- **Tabla 10.** Análisis de elementos de PTRSU Barcelona
- **Tabla 10.1.** Análisis funcional de la planta
- **Tabla 10.2.** Análisis Tipológica de la Planta
- **Tabla 11.** Análisis de Elementos de PTRSU , Bilbao
- **Tabla 11.1.** Análisis Funcional de la Planta
- **Tabla 11.2.** Análisis Tipológica de la planta
- **Tabla 12.** Análisis de elementos de PTRSU, Buenos Aires
- **Tabla 12.1.** Análisis Funcional de La Planta
- **Tabla 12.2.** Análisis Tipológica de La Planta
- **Tabla 13.** Análisis de elementos de ECA, Usaquén
- **Tabla 14.** Análisis de elementos de ECA, Kennedy
- **Tabla 15.** Análisis de elementos de ECA, Usme
- **Tabla 16.** Análisis de elementos de ECA, Engativá
- **Tabla 17.** Análisis de elementos de ECA, Puente Aranda

- **Tabla 18.** Análisis de elementos de ECA, Tunjuelito
- **Tabla 19.** Análisis Funcional de Las ECA
- **Tabla 19.1.** Análisis Tipológica de Las ECA
- **Tabla 18.** Equipos necesarios para el Modelo Tipológico
- **Tabla 19.** Datos de producción de energía solar
- **Tabla 20.** Cuadro de Área 1
- **Tabla 21.** Cuadro de Área 2
- **Tabla 22.** Cuadro de Área 3
- **Tabla 23.** Cuadro de Área 4

## 5.4 BIBLIOGRAFÍA

1. Avendaño et al, (2018) Informe de disposición final de residuos sólidos. Departamento Nacional de Planeacion. Recuperado de [https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2020/Ene/informe\\_nacion\\_al\\_disposicion\\_final\\_2019.pdf](https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2020/Ene/informe_nacion_al_disposicion_final_2019.pdf)
2. Arciniegas C. (2019) Modelo Tipológico Para Plantas de Beneficio Animal En Colombia (tesis de pregrado) Universidad Antonio Nariño
3. Construar, (2017) Buenos Aires. Recuperado de: <http://www.construar.com.ar/2017/03/3315-benito-roggio-se-hara-cargo-de-la-obra-de-remediacion-ambiental-en-sao/>
4. Decreto número (0838) 23 De Marzo De 2005. Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo. Cap 1. Recuperado de [https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec\\_0838\\_230305.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_0838_230305.pdf)
5. Mendez et al, (2006). Evaluación Del Impacto Del Relleno Sanitario Doña Juana En La Salud De Grupos Poblacionales En Su Área De Influencia. Escuela De Salud Pública Universidad Del Valle Bogotá.
6. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio – MVCT, Proyectos Tipo (2018)
7. Parra H, (2017, 17 de septiembre), Relleno Doña Juana, la historia de un vecino incómodo. El Tiempo

8. Quintero, D. (2016). El papel de la gestión territorial en la ubicación de rellenos sanitarios. Caso de estudio: relleno sanitario doña Juana, Bogotá, Colombia. *Perspectiva Geográfica*, 21(2), 251 - 276. doi: 10.19053/01233769.5852
9. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2009). Manual de especificaciones técnicas para la construcción de rellenos sanitarios para residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial. México D.F.: Sermanat.
10. Secretaria de Salud, Observatorio de Salud Ambiental RSDJ, 2015
11. Sistema Unico de Informacion de Servicios Publicos Domiciliarios, SUI, Cálculos Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, SSPD, (2017)
12. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (2015) Guía para elaboración del estudio de alternativas de localización para rellenos sanitarios y plantas de aprovechamiento de residuos. Recuperado de [http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Plan\\_Pazcifico/ANEXO\\_5-ESTUDIO\\_ALTERNATIVAS\\_DE\\_LOCALIZACION.pdf](http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Plan_Pazcifico/ANEXO_5-ESTUDIO_ALTERNATIVAS_DE_LOCALIZACION.pdf)
13. Varón J.V y Peña A.M (2015) Zonas Estratégicas Para La Localización De Plantas De Aprovechamiento De Residuos Sólidos En Bogotá (Tesis de Pregrado). Universidad La Salle
14. Wilmer Edison Sanabria (2014). Análisis Geográfico Temporal y Evaluación del Ecosistema en el sector del Mochuelo por medio de sistemas de de información geográfica: Universidad Militar Nueva Granada.
15. World Bank Group. (2018). What a Waste 2.0. A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 Recuperado de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>

# DESARROLLO DE UN MODELO TIPOLÓGICO PARA PLANTAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

## RESUMEN

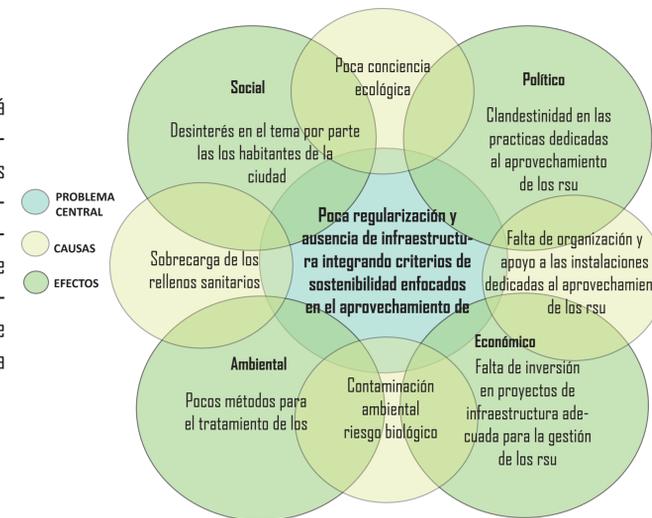
En este trabajo de investigación se desarrolla un modelo tipológico para Plantas de Tratamiento de Residuos Sólidos (PTRS). Por lo tanto, se hizo un análisis funcional, formal de referentes arquitectónicos, así mismo, se realizó una investigación documental del estado del arte de los Residuos Sólidos (RS) en la ciudad de Bogotá, para ello, inicialmente se analiza cómo está conformada la gestión de los mismos a nivel internacional. Así mismo se identificaron los sistemas de disposición final con los que cuenta Colombia. Todo lo anterior, con el fin de adquirir y complementar datos que son elementales para el desarrollo de un modelo sostenible y a su vez mejorar el estado actual de la infraestructura destinada al tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos.

El análisis anterior sirve de gran aporte para establecer los parámetros de una edificación en donde se cumpla con la función de tratar y aprovechar la basura y así mismo, aporte a la disminución de impactos hacia el medio ambiente, que promueva la valorización de residuos sólidos, teniendo en cuenta-además- eficiencia y sea menos generadora de contaminación, ya que los gases producidos durante la valorización energética afectan negativamente a la atmosfera.

Palabras Clave: Modelo tipológico, Desarrollo Sostenible, Sistemas de Disposición Final, Residuos Sólidos.

## PROBLEMATICA

Considerando que la problemática está presente en criterios ambientales, políticos, económicos, sociales y a su vez, las causas y efectos están rigurosamente relacionadas a los impactos negativos ambientales, generados por las dinámicas de consumo, la mala disposición de los residuos y poco tratamiento de los mismos, se hace pertinente una investigación acerca de este tema.



## OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo tipológico para una Planta de Tratamiento Mecánico-Biológico de residuos sólidos generados en la ciudad de Bogotá, integrando criterios de sostenibilidad. Todo esto por medio de una recopilación de información, análisis y diagnóstico para definir las determinantes y criterios de diseños los cuales serán usados para la proyección de dicho modelo.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Analizar el estado del arte de la gestión de los residuos sólidos a nivel internacional, nacional y distrital, con el fin de adquirir conocimientos y aportar positivamente al desarrollo de un modelo tipológico de Planta de Tratamiento de Residuos sólidos.

2. Clasificar y diagnosticar los diferentes tipos de infraestructuras dedicados al aprovechamiento relacionados con la gestión de residuos sólidos a nivel metropolitano e internacional, para establecer los parámetros de una edificación en donde se cumpla con la función de

3. Desarrollar la propuesta del modelo tipológico para una capacidad determinada, materialidad adecuada y confort térmico.

## POBLACION OBJETO

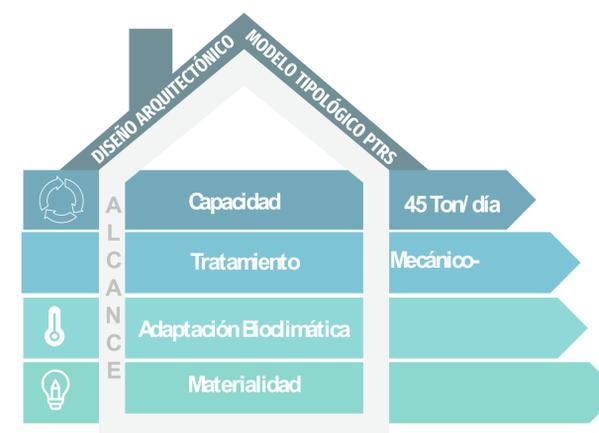
Como se observa en el gráfico 3, este proyecto incluye a usuarios residenciales, generadores o productores, entidades territoriales encargadas de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) y las empresas de reciclaje por ser quienes intervienen en todo el tratamiento de los residuos sólidos urbanos, así que se convienen en la población que obtendrá mayores beneficios a través de este proyecto.

Sin embargo, estas ventajas no solo contribuyen a la reducción de emisiones y, por tanto, ayudan a paliar los problemas del cambio climático, sino que también benefician a toda la sociedad, pues con el desarrollo de este tipo de proyectos se aporta a la infraestructura destinada al aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos, la cual actualmente es ineficiente, permitiendo a su vez una transición a una economía sostenible reduciendo los impactos ambientales, mejorando la eficiencia en el uso de los recursos naturales.



## ALCANCE

Este proyecto plantea el diseño de un modelo tipológico para una planta de tratamiento de residuos sólidos, que cumple con ciertas características acordes a la capacidad, materialidad y confort, ver gráfico 4 ; la cual se propone para incrementar beneficios ambientales, tales como: la reducción de contaminación generada por la descomposición de los RS, aumentar la vida útil del relleno sanitario Doña Juana y reducir la demanda de materias primas, ayudando a preservar los recursos no renovables, a su vez, reducir el uso de energía al reincorporar al ciclo productivo materiales reciclados. Además permitirá fortalecer la infraestructura de la gestión integral de residuos sólidos en la ciudad.



En Colombia, existen sitios de disposición final de Residuos Sólidos, estos pueden clasificarse como Autorizados y No Autorizados, teniendo en cuenta si poseen un instrumento de seguimiento ambiental (Plan de manejo o Licencia ambiental) para su operación y si son reconocidos como alternativas de disposición final de conformidad con lo establecido en la Resolución 1890 de 2011, el Decreto 1077 de 2015, la Resolución 330 de 2017, el Decreto 1784 de 2017 y demás normas concordantes. Superservicios. (2018) Informe final de residuos sólidos.

Convenciones

- Más del 90% de los municipios del departamento con DF en sitios autorizados.
- Entre el 60% y el 90% de los municipios del departamento con DF en sitios autorizados.
- Menos del 60% de los municipios del departamento con DF en sitios autorizados.
- Sin información

Porcentaje de reporte de información por departamentos



Ubicación de Sitios de Disposición Final en Colombia



A pesar de que la mayoría de los sistemas de disposición final son autorizados, los rellenos sanitarios continúan siendo el sistema elegido por los municipios para disponer, mientras que otras alternativas como las plantas de tratamiento no emergen. De igual manera, persisten los botaderos a cielo abierto, las celdas transitorias e incluso los sitios de enterramiento. (SUI)

Convenciones

- Relleno Sanitario
- Botadero a cielo abierto
- Celda transitoria
- Celda de Contingencia
- Planta de tratamiento
- Enterramiento

Fuente: Elaboración propia apartir de información recolectada de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SUI)

SISTEMA DE DISPOSICIÓN FINAL	TOTAL	AUTORIZADO	TON/DÍA	%
Relleno Sanitario	144	SI	28.937	96,6%
Botadero a cielo abierto	41	NO	727	2,4%
Celda transitoria	18	NO	212	0,7%
Celda de contingencia	8	SI	139	0,5%
Planta de tratamiento	3	SI	40	0,1%
Enterramiento	2	NO	25	0,1%

Colombia cuenta con 1.102 municipios que disponen 30.0814 toneladas diarias de residuos sólidos en 216 sitios de disposición final desagregados en 6 tipos de sistemas nombrados en la tabla.

El 78% de los municipios (865) se encuentra disponiendo en sitios autorizados, lo que corresponde al 97% de los residuos, mientras que el 5% de los municipios (61) lo hacen en sitios no autorizados, de igual manera el 17% de los municipios no cuentan con información. Superservicios. (2018) Informe final de residuos sólidos.

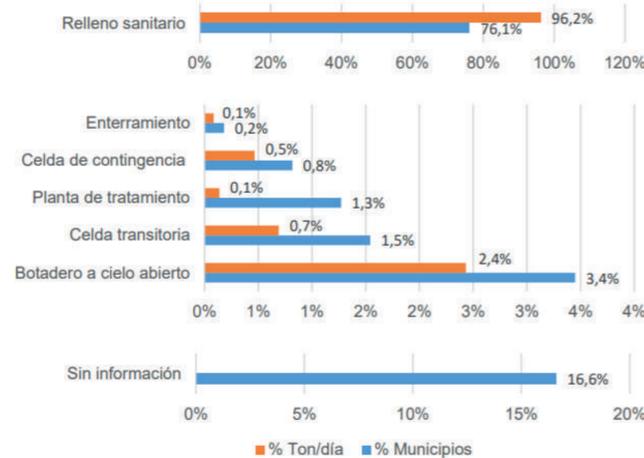


Gráfico 12. Porcentaje de municipios atendidos versus toneladas diarias promedio según sistema de disposición. Fuente: Superservicios. (2018) Informe final de residuos sólidos

Dentro de los sitios autorizados, el país cuenta con 144 rellenos sanitarios, 8 celdas de contingencia y 3 plantas de tratamiento. Por otra parte, frente a los sistemas no autorizados de disposición de residuos, en el territorio colombiano podemos encontrar 41 botaderos a cielo abierto, 18 celdas transitorias y 2 sitios de enterramientos.

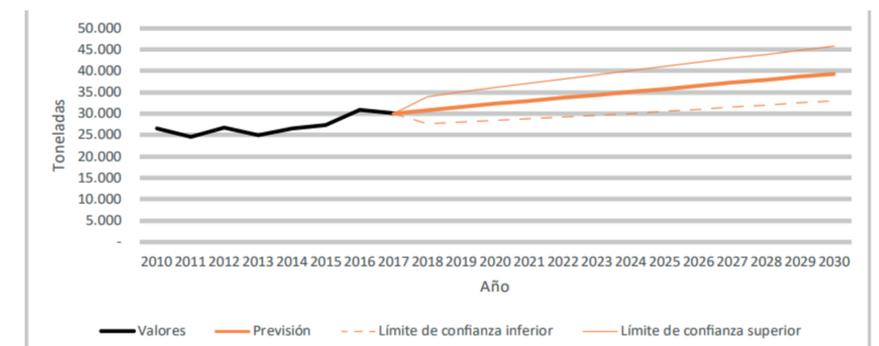


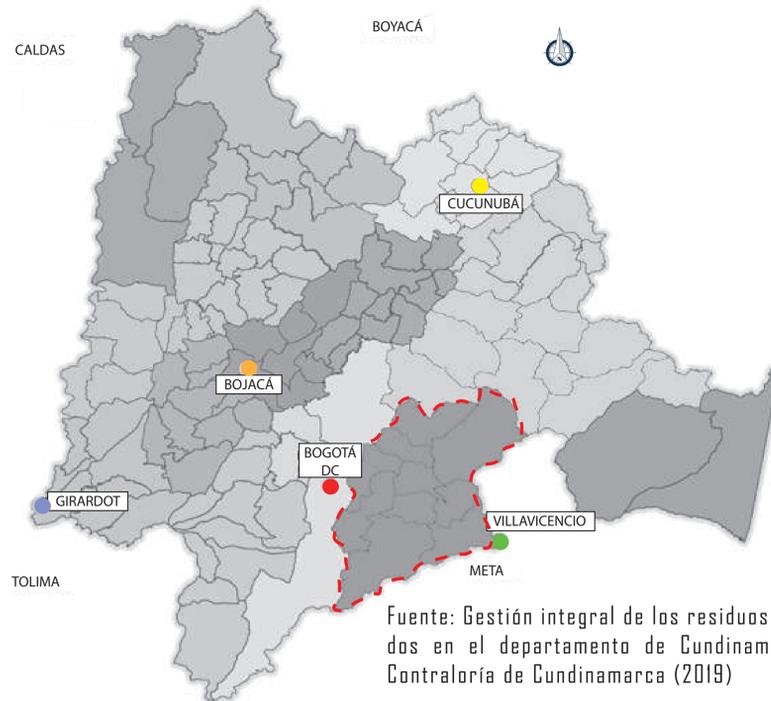
Gráfico 13. Previsión de los RS generados para el año 2030  
Fuente: Elaboración propia

Para tener una visión más clara de la generación de RS en Colombia se tomaron datos de los informes de disposición final que van desde el año 2010 al 2017 y en ese último año el país dispuso alrededor de 30.081 ton/día de RS. Se hizo una previsión a partir del mismo año y como resultado se observa que para el año 2030 se podrían generar 39.343 ton/día de RS como se muestra en el gráfico 13

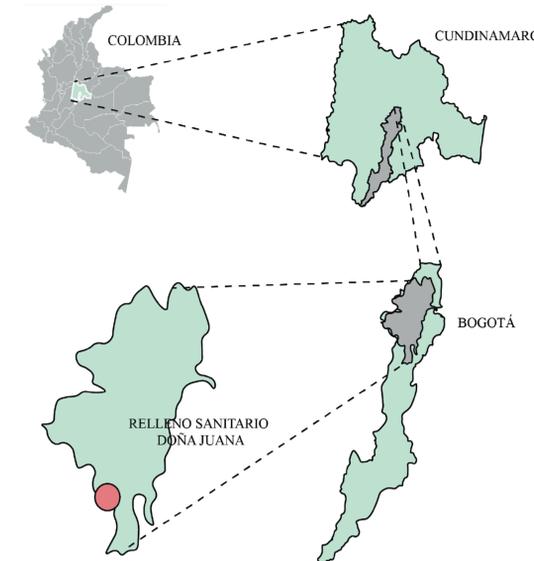
Cundinamarca presenta una alta dependencia de los rellenos sanitarios: Nuevo Mondoñedo, 19% en el relleno Parque Ecológico Praderas del Magdalena, 6% en el relleno Doña Juana, 4% en el relleno La Doradita, 3% en el relleno Parque Ecológico El Reciclante, 1% en el relleno Aposentos, y otro 1% en conjunto entre el relleno Nuevo Mondoñedo y Parque Ecológico El Reciclante

Convenciones

- Nuevo Mondoñedo
- Parque Ecológico Praderas del Magdalena
- Doña Juana
- Parque Ecológico El Reciclante
- Aposentos



En Bogotá se encuentra localizado el relleno sanitario Doña Juana (RSDJ), siendo parte de uno de los sistemas de disposición final de residuos sólidos, el cual está ubicado en la Localidad de Usme como se muestra en el Gráfico (14), al sur de la Sabana de Bogotá. Actualmente, este relleno se reconoce como el más grande del país, su área total es de 623 hectáreas y es el único sitio que cuenta con autorización para la disposición final de los desechos provenientes de la ciudad y de los municipios colindantes. En el gráfico 15, se evidencia que Bogotá es la ciudad que más basura genera a comparación de las otras ciudades principales del país.



Según los resultados publicados en el informe final de residuos sólidos (2018) de la Súper Intendencia de Servicios Públicos (SUI) se estima que en la ciudad de Bogotá se genera un promedio de 360 kilos de basura al año por persona, las localidades que producen más basura son Kennedy con 328.055 toneladas y Suba con 226.000 toneladas. De acuerdo a las cifras del Ministerio del Medio ambiente el plástico, papel, cartón, vidrio y metales que no se reciclan equivalen al 43 % de los residuos que son depositados en el relleno sanitario Doña Juana, es decir que casi \$1.000 millones se entierran cada día.

Tabla Residuos sólidos dispuestos a nivel municipal.

DEPARTAMENTO	NOMBRE DEL SITIO	MUNICIPIO	PROMEDIO TON/DIA
Cundinamarca	Relleno sanitario Doña Juana	Bogotá DC.	6265,46
		Cáqueza	5,08
		Chipaqué	2,32
		Choachi	2,91
		Fosca	0,69
		Gutiérrez	0,46
		Ubaque	0,94
		Une	1,62

Fuente: informe de disposición final de residuos sólidos (2018)

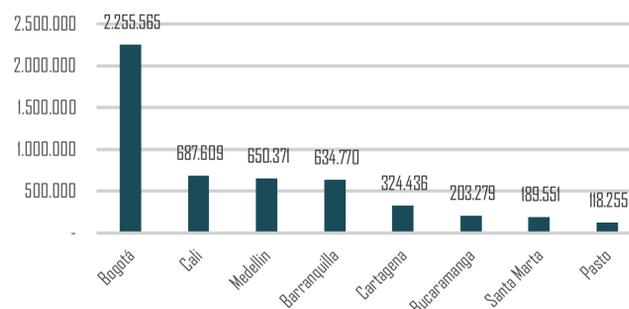


Gráfico 13. Toneladas dispuestas al año en Ciudades principales Fuente: Elaboración propia

Según los resultados publicados en el informe final de residuos sólidos (2018) de la Súper Intendencia de Servicios Públicos (SUI) se estima que en la ciudad de Bogotá se genera un promedio de 360 kilos de basura al año por persona, las localidades que producen más basura son Kennedy con 328.055 toneladas y Suba con 226.000 toneladas. De acuerdo a las cifras del Ministerio del Medio ambiente el plástico, papel, cartón, vidrio y metales que no se reciclan equivalen al 43 % de los residuos que son depositados en el relleno sanitario Doña Juana, es decir que casi \$1.000 millones se entierran cada día.

En resumidas cuentas, Bogotá produce el 20% de residuos sólidos (6,265,46 ton/día) a nivel Nacional, dicho porcentaje es alto comparándolo con la producción de las otras ciudades, sin embargo, hay que tener en cuenta que entre más densidad de población, hay más demanda de producción de residuos sólidos. En la ciudad se recicla entre el 14-15% de rsu, y ésta es una de las razones por la que los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos tiene como objetivo o más bien meta la conformación de un sistema de aprovechamiento que garantice una adecuada ejecución y coordinación de acciones, tendientes a mejorar dicha actividad. Informe de disposición final de residuos sólidos (2018)

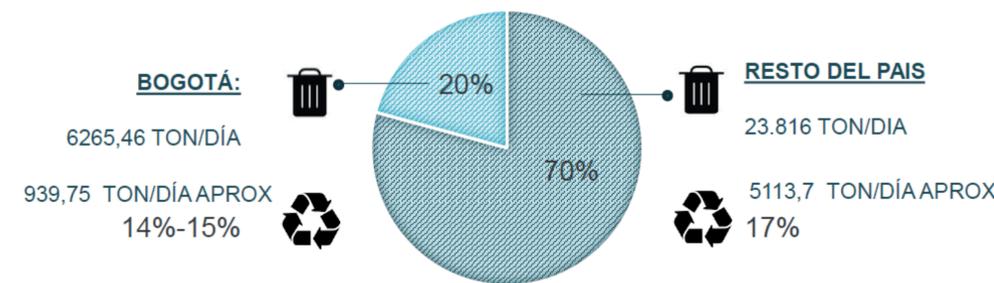


Gráfico 10. Generación de RS Fuente: Elaboración propia

El decreto 2981 de 2013, y en el contexto de la prestación del servicio público de aseo, define a los residuos sólidos como "cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador presenta para su recolección por parte de la persona prestadora del servicio público de aseo".

TENER MUY CLARO QUE...

Un generador de residuos, debe cumplir con la actividad de separar en la fuente los RS con el fin de clasificar y almacenar los residuos en recipientes o contenedores que cumplan con el código de color de acuerdo al tipo como se ve a continuación, para facilitar el transporte, aprovechamiento, tratamiento o disposición de los RSU.

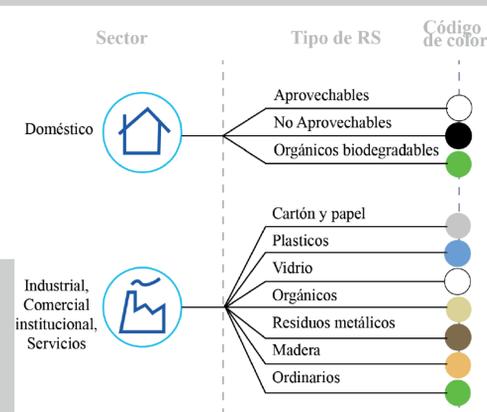


Gráfico 13. Tipos de RSU Fuente: Elaboración propia a partir de Guía Técnica Colombiana, GTC 24 (2009) Guía Para la separación de RS

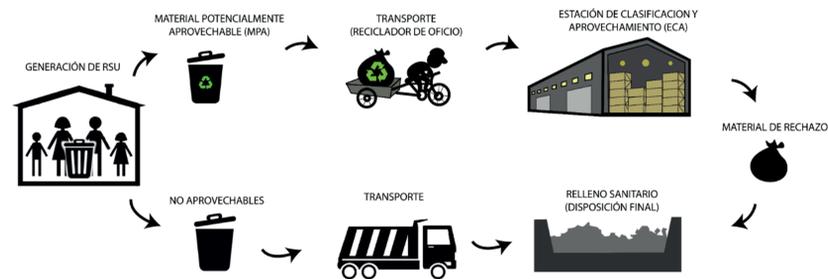


Gráfico 13. Componentes de la prestación de servicio público de aseo Fuente: Elaboración propia

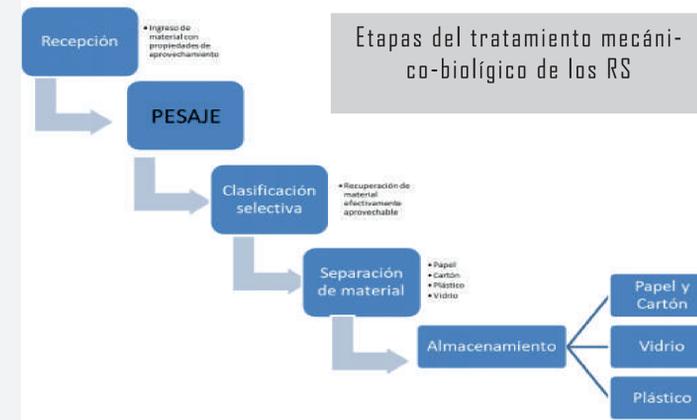
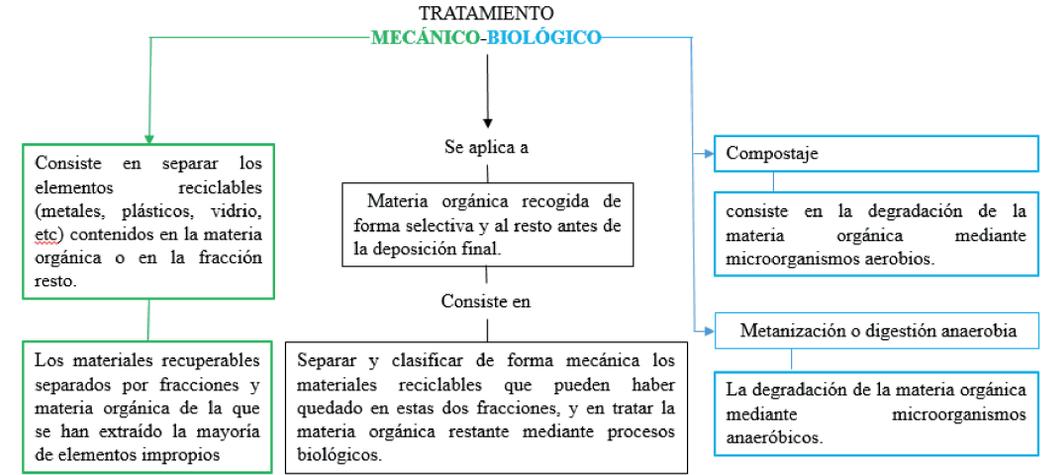
Este material No Peligroso se define como "cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo genere, pero que es susceptible de aprovechamiento para su reincorporación a un proceso productivo. (Proyectos tipo 2018). Según los datos de la tabla, el promedio per cápita de las localidades, está entre 0,4 y 1,1 kg/día es decir que están en un nivel de complejidad alto según la actualización del RAS título F (2017). Por consiguiente, surge la necesidad de una adecuada separación de desechos, reducción, reutilización, reciclaje del MPA.

Tabla 5 Producción Per-cápita de RS por localidad

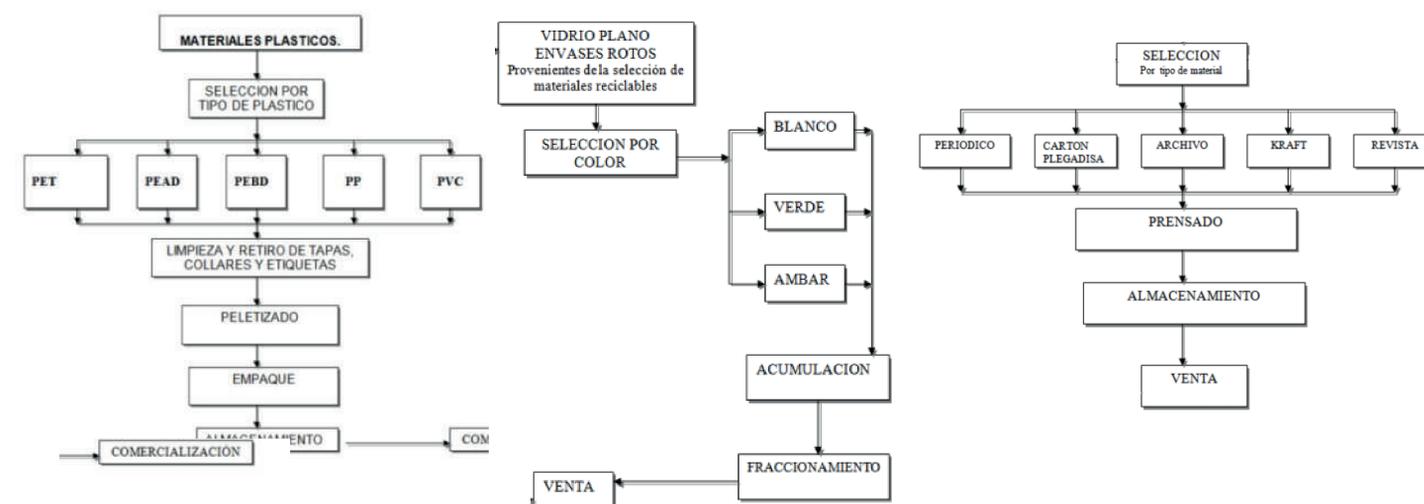
LOCALIDAD	POBLACION	RESIDUOS SOLIDOS		PPC (KG/HAB*DIAS)	MATERIAL POTENC. APROVECHABLE KG/DIA
		TON/MES	KG/DIA		
LA CANDELARIA	22.041	1.868.97	62.299.00	2.83	5.470.00
LOS MARTIRES	95.866	4.579.39	152.646.33	1.59	34.440.00
CHAPINERO	166.000	7.362.38	245.412.67	1.48	34.810.00
SANTA FE	95.201	3.668.19	122.273.00	1.28	39.310.00
ANTONIO NARIÑO	116.648	5.216.03	173.867.67	1.49	45.250.00
TEUSAQUILLO	139.176	5.593.11	186.437.00	1.34	50.890.00
TUNJUELITO	302.342	3.848.94	128.298.00	0.42	68.860.00
PUENTE ARANDA	215.191	6.858.61	228.620.33	1.06	70.040.00
USME	426.176	5.991.74	199.724.67	0.47	75.390.00
BARRIOS UNIDOS	254.162	4.900.94	163.364.67	0.64	119.090.00
SAN CRISTOBAL	409.653	7.967.33	265.577.67	0.65	128.070.00
FONTIBÓN	424.038	10.588.38	352.946.00	0.83	145.240.00
USAQUEN	449.621	13.338.79	444.626.33	0.99	146.320.00
RAFAEL URIBE	353.761	8.317.81	277.260.33	0.78	152.210.00
CIUDAD BOLIVAR	762.184	8.748.97	291.632.33	0.38	239.510.00
BOSA	637.529	14.549.53	484.984.33	0.76	273.830.00
SUBA	1.218.503	24.231.52	807.717.33	0.66	356.670.00
ENGATIVÁ	883.319	19.278.48	642.616.00	0.73	408.260.00
KENNEDY	1.103.500	28.012.80	933.760.00	0.85	444.360.00

Fuente: Elaboración propia a partir de información recolectada del informe final de residuos sólidos (2018)

Existe variedad de tratamientos para los residuos sólidos, sin embargo, se tendrá en cuenta uno de ellos para el diseño del modelo tipológico y es el siguiente:



**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 descargo 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.



Fuente: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio - MVCT, Proyectos Tipo (2018)

## PROPUESTA TIPOLÓGICA

ELEMENTO	VOLUMETRÍA	RELACIONES FUNCIONALES	TIPOLOGIAS (Teoría Gestalt)
1			<b>Cerramiento</b> 
2			<b>Proximidad</b> 
3			<b>Continuidad</b> 
4			<b>PrAgnaz</b> 
5			<b>Proximidad</b> 
6			<b>Proximidad</b> 

### DESCRIPCIÓN

Se establece como elemento contenedor de todas las funciones y elementos.  
Principal Alimentador del conjunto de elementos.  
Según la Teoría de la Gestalt, se identifica como elemento de cerramiento, delimitando horizontal y verticalmente el espacio, cuenta con apertura cenital para mayor captación de iluminación y ventilación natural al conjunto de los elementos.

Alimentador del elemento 4  
Posee apertura cenital para mayor captación de iluminación y ventilación natural al espacio.  
Según la Teoría de la Gestalt, se identifica como elemento de Proximidad

Se establece como elemento expulsor hacia el elemento 4.  
Posee delimitación vertical del espacio con apertura horizontal permitiendo ventilación e iluminación del espacio.  
Según la Teoría de la Gestalt, se identifica como elemento de Continuidad.

Posee la función principal.  
Elemento de mayor jerarquía.  
Articulador de funciones del conjunto de elementos.  
Según la Teoría de la Gestalt, se identifica como elemento PrAgnaz.

Se establece como elemento receptor del elemento 1  
Posee delimitación vertical del espacio con apertura horizontal permitiendo ventilación e iluminación del espacio.  
Según la Teoría de la Gestalt, se identifica como elemento de Proximidad.

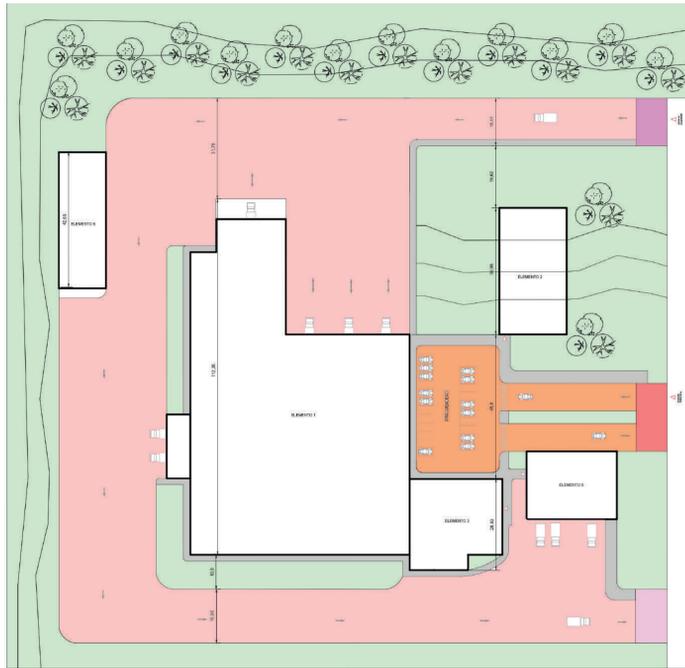
Se establece como elemento receptor del elemento 4 y expulsor del elemento 1  
Posee delimitación vertical del espacio con apertura horizontal permitiendo ventilación e iluminación del espacio.  
Según la Teoría de la Gestalt, se identifica como elemento de Proximidad.

## PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

ZONIFICACIÓN GENERAL	AREAS ESPECÍFICAS	ELEMENTO
Accesibilidad	Area de protección	1
	Portería para empleados y visitantes	1
	Portería con bascula para camiones	1
	Senderos peatonales	1
Administración	Circulación de vehículos	1
	Recepción	2
	Oficinas administrativas	2
	Cafetería	2
	Servicios sanitarios	2
	Sala de juntas	2
Empleados	Servicios Sanitarios	3
	Vestier	3
	Duchas	3
	Restaurante	3
	Cocina	3
	Enfermería	3
	Sala de Juntas	3
	Oficinas	3
	Cuarto de Aseo	3
	Tratamiento de residuos	Cabinas de control
Foso de descarga		4
Area de rechazo de metales		4
Area de cabina de triaje		4
Area de trituradores		4
Area de compactadores		4
Area de embalajes		4
Area de extursión		4
Cabinas de control		4
Bodegas		4
Mantenimiento de camiones	Zona de lavado y desinfeccion de vehiculos	5
	Taller Mecánico	5
Compostaje	Zona de biorreactores	6

# DESARROLLO DEL ELEMENTO 1

## ZONIFICACIÓN



Espacio	m2
Zonas Verdes	15,904
Parqueadero	1,043
Senderos peatonales	1,250
Circulación de Vehículos	8,500
Portería I (principal)	192
Portería 2	150
Portería 3	150

1 Acceso principal: empleados, visitantes



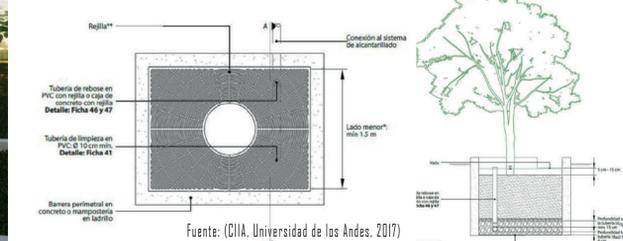
2 Portería con báscula para camiones



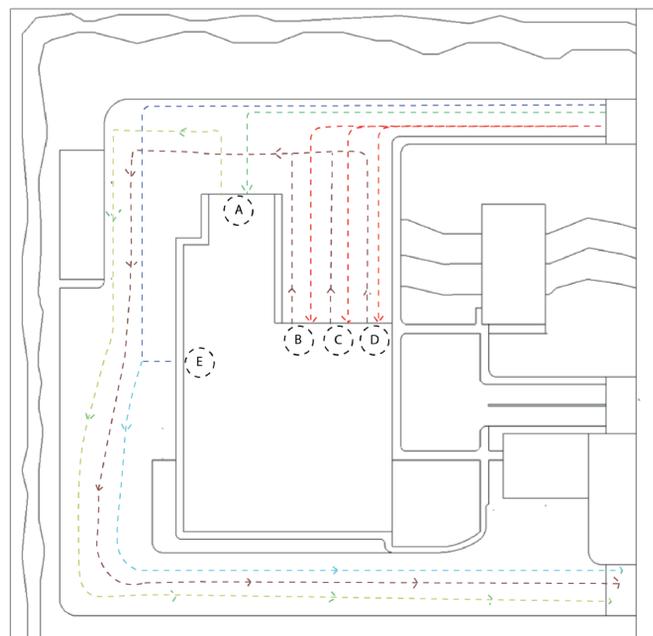
3 Parqueadero



4 Alcorques Inundables

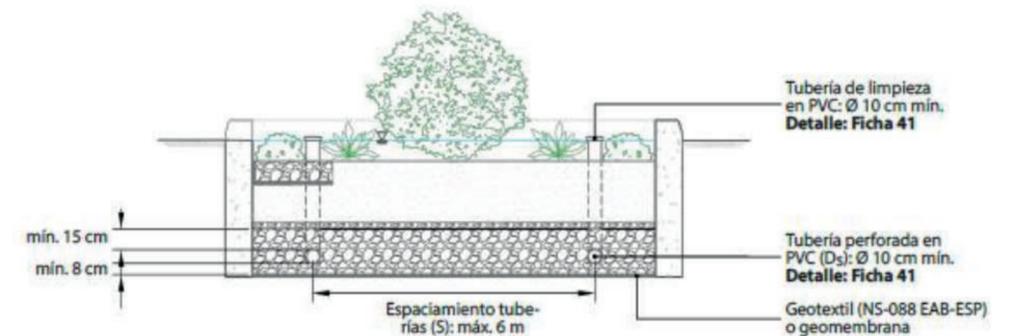


## CIRCULACIÓN INTERNA DE CAMIONES



- (A) Descarga de los RSU en el foso
- (B) Recogida del Papel y carton recuperado (trasformado)
- (C) Recogida del plástico recuperado (trasformado)
- (D) Recogida del Vidrio recuperado (trasformado)
- (E) Recogida de metales separados

5 Zonas de Bio-retención



Fuente: (CIA, Universidad de los Andes, 2017)











