

DETERMINACIÓN DE UN ÁREA APTA PARA LA INSTALACIÓN DE UN PARQUE DE  
TECNOLOGÍAS AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE MOSQUERA, CUNDINAMARCA

MARÍA ANGÉLICA PLATA GAMBOA

PAULA XIMENA RODRIGUEZ SANABRIA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS  
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE RECURSOS NATURALES  
BOGOTÁ D.C., 2016

DETERMINACIÓN DE UN ÁREA APTA PARA LA INSTALACIÓN DE UN PARQUE DE  
TECNOLOGÍAS AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE MOSQUERA, CUNDINAMARCA

María Angélica Plata Gamboa  
Paula Ximena Rodríguez Sanabria

**Tutor:**  
Alejandro Copete Perdomo

Trabajo de grado para optar al título de  
Especialistas en Gerencia de Recursos Naturales

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS  
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE RECURSOS NATURALES  
BOGOTÁ D.C., 2016

*"Las ideas emitidas por los autores son de exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente opiniones de la Universidad"*

**(Artículo 117, Acuerdo 029 de 1998)**

## DEDICATORIA

*Dedico este nuevo logro en mi vida especialmente a mi madre, sin ella no hubiera sido posible materializar este sueño. Gracias por motivarme y ayudarme a creer en mis capacidades como persona y profesional. Hoy alcanzo una meta que inicialmente parecía muy lejana, pero que gracias también a un arduo esfuerzo y al apoyo de mi compañera y amiga Paula Rodríguez logra dar frutos.*

*María Angélica Plata Gamboa*

*A Dios por acompañarme y guiarme siempre con su sabiduría. A mi madre y mi hermana por ser en definitiva el motor de mi vida, por su amor, comprensión, y ejemplo, es grato saber que somos tres en todo momento y este triunfo es por y para ustedes; A Cami por la convicción de su corazón y por acompañarme a recorrer este camino, A mis mascotas que me acompañaron incondicionalmente en las largas noches y finalmente a Angélica, a quien admiro y felicito, porque sin su dedicación con este proyecto y su constante apoyo, no sería igual el resultado y en general este último año compartido.*

*Paula Ximena Rodríguez Sanabria*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Como equipo de trabajo queremos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales por permitirnos ser parte del grupo de la especialización en Gerencia de Recursos Naturales Cohorte 2015-2016 y por brindarnos todas las herramientas necesarias para concluir satisfactoriamente con los requisitos del programa académico.*

*A Alejandro Copete Perdomo, Ingeniero Forestal y Magister en Suelos y Desarrollo Rural, director y orientador de este proyecto, gracias a su apoyo y conocimiento logramos alcanzar este nuevo logro en nuestras vidas.*

*A la Alcaldía Municipal de Mosquera por facilitarnos la información pertinente y que nos permitió realizar la propuesta que hoy presentamos.*

*Y a todas las personas que de una u otra forma hicieron posible alcanzar esta meta.*

## TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS .....	7
INDICE DE FIGURAS .....	9
RESUMEN .....	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
2. JUSTIFICACIÓN .....	13
3. OBJETIVOS.....	14
4. MARCO DE REFERENCIA .....	15
4.1 Antecedentes .....	15
4.2 Marco Geográfico.....	17
4.3 Marco Descriptivo .....	18
4.3.1 Descripción general .....	18
4.3.2 Estado actual de servicios ambientales en Mosquera .....	20
4.4 Marco Legal .....	41
4.5 Conceptos Básicos .....	42
5. METODOLOGIA.....	44
5.1 Valoración de Impactos Ambientales .....	46
5.2 Determinación de Áreas.....	46
5.3 Modelos de Manejo de Residuos en el Mundo .....	48
6. RESULTADOS.....	49
6.1 Valoración de Impactos Ambientales .....	49
6.2 Determinación de Áreas.....	56
6.2.1 Criterios demográficos .....	56
6.2.2 Proyección generación de desechos.....	58
6.2.3 Criterios geográficos .....	69
6.3 Modelos de Manejo de Residuos en el Mundo .....	85
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	91
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	95
9. BIBLIOGRAFÍA.....	97

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Estratificación socioeconómica del municipio	19
<b>Tabla 2.</b> Características técnicas-Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo	23
<b>Tabla 3.</b> Colectores para tratamiento de agua residuales	30
<b>Tabla 4.</b> Clasificación de escombros por actividad generadora	34-35
<b>Tabla 5.</b> Normas aplicables y vigentes	42
<b>Tabla 6.</b> Matriz de valoración de impactos ambientales	50-51
<b>Tabla 7.</b> Criterios de calificación de impactos	52
<b>Tabla 8.</b> Clasificación y calificación de vulnerabilidad	54
<b>Tabla 9.</b> Población de Mosquera de acuerdo a los censos del DANE	56
<b>Tabla 10.</b> Tasa de crecimiento poblacional	57
<b>Tabla 11.</b> Proyección poblacional para el municipio de Mosquera	57-58
<b>Tabla 12.</b> Proyección de residuos sólidos para un periodo de 31 años en el municipio de Mosquera	60-61
<b>Tabla 13.</b> Área requerida para disposición de residuos sólidos	62
<b>Tabla 14.</b> Proyección de escombros para un periodo de 31 años en el municipio de Mosquera	64-65
<b>Tabla 15.</b> Área requerida para disposición de escombros	66
<b>Tabla 16.</b> Composición de los residuos aprovechables	67
<b>Tabla 17.</b> Proyección de residuos aprovechables para un periodo de 31 años en el municipio de Mosquera	68
<b>Tabla 18.</b> Cálculo de densidad	71

## INDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1.</b> Localización Mosquera en Colombia y Cundinamarca	18
<b>Imagen 2.</b> Ubicación espacial ruta Mosquera-Relleno Nuevo Mondoñedo	21
<b>Imagen 3.</b> Obtención Licencias Ambientales Rellenos Sanitarios	27
<b>Imagen 4.</b> Mapa Hidrológico	69
<b>Imagen 5.</b> Mapa Litológico y Explotaciones Mineras	70
<b>Imagen 6.</b> Mapa Redes e Infraestructura	70
<b>Imagen 7.</b> Mapa de Pendientes	70
<b>Imagen 8.</b> Mapa División Política Administrativa	70
<b>Imagen 9.</b> Mapa Amenazas	70
<b>Imagen 10.</b> Mapa Clases Agrológicas	70
<b>Imagen 11.</b> Mapa de Ponderación de áreas	79



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa del Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo	22
<b>Figura 2.</b> Procedimientos básicos para operación del Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo	24

## RESUMEN

La cercanía del municipio de Mosquera con la ciudad de Bogotá le ha permitido un mayor crecimiento y desarrollo urbano, sin embargo este mismo crecimiento ha ocasionado una mayor generación de basuras domésticas e industriales. Sumado a esta situación está el hecho de que los desechos generados en el municipio son dispuestos en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo localizado en Bojacá y no dentro de sus límites municipales. De este modo, con el fin de propiciar un manejo, disposición y aprovechamiento responsable de los desechos producidos en el municipio se plantea la determinación de un área apta para la instalación de un Parque de Tecnologías Ambientales (PTA) que permita llevar a cabo dicha actividad.

La definición del área apta para el PTA se realizó mediante el uso de información cartográfica pertinente y de la herramienta SIG, utilizando criterios normativos aplicables al desarrollo de esta actividad. De esta forma fue posible definir el lugar y el área más beneficiosa para el montaje del PTA, con un extensión estimada en 97.5 Ha. Adicionalmente se presenta un análisis de los diferentes modelos de manejo de residuos sólidos que existen en el mundo y que permiten ver como la alternativa del PTA puede conducir al país a un sistema mucho más avanzado y beneficioso en términos económicos, sociales y ambientales.

**Palabras clave:** residuos, disposición, manejo, aprovechamiento, parque de tecnologías ambientales.

## ABSTRACT

The proximity of Mosquera to the capital city has led this municipality to reach an important growth and urban development. However, this progress has resulted in an increase of the domestic and industrial wastes. In addition, the garbage generated in the municipality is disposed in the landfill Nuevo Mondoñedo which is located in Bojacá and not within its municipal boundaries. Thus, in order to facilitate the handling, disposal and proper use of the waste, it is suggested to define a suitable area to install an Environmental Technology Park (ETP) where these activities can be performed.

The definition of the area for the ETP was done through the use of relevant cartographic information and GIS tool, as well as following applicable regulatory criteria to this activity. In such a way most beneficial place for the installation of the ETP was selected, with an estimated extension of 97.5 Ha. Additionally we present a comparison of the different waste management systems around the world that enable us to see how the ETP could lead the country to implement a much more advanced system and with greater economical, social and environmental benefits.

**Keywords:** waste, handling, disposal, use, environmental technology park.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo da a conocer el área apta para la instalación de un parque de tecnologías ambientales en el municipio de Mosquera. Dicha área fue definida en una extensión de 97.5 Ha, gracias al uso de información cartográfica relevante, la herramienta SIG y criterios normativos aplicables para el desarrollo de dicha actividad. Además se presenta un análisis de modelos de manejo de residuos sólidos en el mundo que permite vislumbrar porque la opción de los parques de tecnologías ambientales se convierte en una buena alternativa para Colombia y que nos conduce a modelos más avanzados y beneficiosos en términos económicos, sociales y ambientales.

La propuesta del parque de tecnologías ambientales (PTA) surge como una posible alternativa a la problemática que experimenta el municipio de Mosquera al realizar la disposición de sus residuos en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo y las consecuencias medio ambientales que dicha actividad acarrea para la zonas de influencia directa e indirecta.

De esta forma se espera que el PTA de Mosquera permita al municipio hacerse cargo de sus propios residuos, alcanzar el máximo aprovechamiento de los mismos y reducir en gran medida el impacto ambiental que genera la disposición de residuos en el relleno sanitario.

La metodología empleada responde al diseño de un modelo geográfico en el entorno de la herramienta ArcGis 10.0 en donde se espacializan las variables clave para el emplazamiento de un PTA, atendiendo además a la aplicación de criterios de exclusión o aptitud definidos a partir de normatividad aplicable y elementos definidos por las autoras que se adaptan al contexto en estudio. La superposición de estos elementos permite hallar el lugar más óptimo para ubicar el parque y finalmente seleccionar las áreas que funcionarían al interior del mismo, teniendo en cuenta proyecciones de población y generación de residuos con horizonte temporal definido al año 2047.

El presente proyecto se lleva a cabo en el módulo de Seminario de Investigación de la Especialización en Gerencia de Recursos Naturales de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Universidad Distrital Francisco José de Caldas, abriendo espacios de análisis que permitan vislumbrar alternativas al manejo de residuos sólidos, materia ambiental en que el país aún cuenta con amplias oportunidades de mejora.

Finalmente se indica que el área en estudio seleccionada es el municipio de Mosquera al ser un eje industrial en desarrollo y en el que se marca una fuerte tendencia de urbanización que debe venir acompañada de escenarios de planificación en donde sin duda, debe ser el manejo de residuos un eje fundamental por articular para la prevención y minimización de impactos ambientales.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La alta y diversa cantidad de residuos sólidos generados a nivel domiciliario e industrial por Mosquera y otros 75 municipios de Cundinamarca, son conducidos al Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo, ubicado en el predio Cruz Verde del Municipio de Bojacá bajo un modelo de Gestión regional - que implica además costos adicionales de transporte- y una infraestructura que no es suficiente para dar el tratamiento más apropiado según la naturaleza de cada residuo, lo que se ha convertido en un conflicto técnico hasta ahora irresuelto, que impacta negativamente al medio ambiente; no obstante la búsqueda de alternativas viables se ha visto limitada por el hecho de contar con un lugar ajeno al municipio generador, lo que no impulsa el desarrollo de este tipo de proyectos, que ejecutados con base en estudios técnicos rigurosos, pueden resultar beneficiosos no solo para el medio ambiente sino a nivel económico para el mismo municipio, pensando además en la tendencia de crecimiento de la población.

Considerando el escenario descrito anteriormente surgió la necesidad de dar respuesta a los siguientes interrogantes: ¿cuál es el impacto ambiental actual que se presenta en el municipio de Mosquera como consecuencia de la disposición de sus residuos en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo?, ¿cuál es el área más apta para la implementación de un parque de tecnologías ambientales en Mosquera, atendiendo a criterios legales y ambientales? y finalmente frente al escenario mundial de manejo de residuos ¿cuál es la mejor alternativa para el manejo de estos para el caso colombiano?

## 2. JUSTIFICACIÓN

Mosquera como varios de los municipios de Cundinamarca realiza actualmente la disposición de residuos sólidos en inmediaciones externas a sus límites municipales, específicamente en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo ubicado en Bojacá.

La problemática que se presenta frente a dicha situación radica en que al hacer la disposición en el relleno Nuevo Mondoñedo, los aportes de desechos de Mosquera más los de los restantes 75 municipios acortan la vida útil de éste rápidamente. Adicionalmente se le suman inconvenientes de tipo ambiental, económico y social para la municipalidad de Bojacá, ya que lo ideal sería que quien produce los desperdicios se haga cargo de su correcto manejo, disposición y aprovechamiento.

Bajo este escenario, la presente propuesta de investigación surge frente a la oportunidad que existe para promover una iniciativa en la que el municipio de Mosquera se haga cargo del manejo y disposición de sus residuos sólidos a través de la implementación de un parque municipal de servicios ambientales, que además de permitirle al municipio hacerse responsable del manejo de sus basuras le permitirá hacer un aprovechamiento de aquellos desechos que hasta el momento han sido subvalorados.

Esta alternativa que surge en el marco de la evaluación y gerencia de recursos naturales y de aquellas actividades que ocasionan impactos negativos, además de conflictos de tipo social, económico e institucional, busca brindar al municipio de Mosquera la posibilidad de adelantar una propuesta para el manejo integral de residuos. Propuesta liderada bajo criterios de aprovechamiento, valorización y tratamiento de residuos que prioricen y propendan el cuidado de la salud humana, el medio ambiente y la conservación del paisaje.

De esta forma esperamos que esta investigación no solo sea la respuesta a la problemática de desechos sólidos del municipio sino que se convierta en un aporte teórico y metodológico para futuras propuestas para el manejo de residuos municipales.

### 3. OBJETIVOS

#### **Objetivo General:**

Seleccionar el área apropiada para el establecimiento de un parque de tecnologías ambientales en el municipio de Mosquera, Cundinamarca a partir de herramientas SIG y la representación geográfica de criterios normativos.

#### **Objetivos Específicos:**

- Diagnosticar a partir de una matriz de valoración de impactos la incidencia actual de los servicios de relleno sanitario, aguas residuales, residuos aprovechables y escombreras, compostaje y viveros que se prestan en el municipio de Mosquera.
- Definir áreas y funcionamiento de los servicios ofrecidos por el parque de tecnologías ambientales.
- Identificar oportunidades para la gestión de residuos sólidos en Colombia a partir de alternativas internacionales.

## 4. MARCO DE REFERENCIA

En este capítulo se incluye información referente a algunos antecedentes frente al manejo de residuos sólidos en el mundo y en Colombia, además de información importante de contextualización geográfica del municipio de Mosquera, la descripción actual de los servicios que allí se prestan, información legal y pertinente sobre el manejo de residuos en el país y finalmente algunos conceptos básicos importantes.

### 4.1 Antecedentes

El rápido crecimiento industrial, los avances tecnológicos y los niveles de vida de nuestra sociedad incrementan día a día la generación de residuos sólidos (Hashemi et al, 2014). De modo que se ha hecho necesario encontrar una solución al problema de manejo de residuos.

Actualmente a nivel mundial muchos países están optando por cambiar los tradicionales rellenos sanitarios por parques tecnológicos, eco-industriales o de servicios ambientales o que además de permitir el manejo de desechos brinda la posibilidad de aprovechamiento de estos, minimizando el impacto negativo sobre el medio ambiente e incrementando la eficiencia ambiental y económica de recursos tales como energía, agua y materiales. Dichos parques se han construido alrededor del mundo con el fin de satisfacer las demandas de la economía verde y más notablemente en países como Australia, Dinamarca, Estados Unidos, Japón, China, Korea y Taiwan, con el fin de lograr un balance entre el desarrollo económico y la protección del medio ambiente (Li et al 2015).

Algunas experiencias a nivel América Latina, evidencian la utilidad de los sistemas de Información geográfica y las evaluaciones multicriterio a la hora de seleccionar el lugar más apropiado para la disposición final de Residuos sólidos urbanos.

<b><i>Título</i></b>	<b><i>Información Principal</i></b>
<i>Localización óptima de Relleno Sanitario aplicando técnicas multicriterio en Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el área Metropolitana del alto Paraná (Giménez, 2012).</i>	<b>Metodología:</b> Mediante la Resolución 282 de la Secretaria de Ambiente, se establecieron los criterios para la selección de áreas para rellenos, realizando cálculos de superficie de terreno respecto a la población estimada y su eventual vida útil. Se confecciono un modelo geográfico, superponiendo mapas y elaborando una tabla de atributos con la característica de cada área. <b>Conclusiones:</b> -Además de los criterios de exclusión, deben considerarse criterios técnicos, económicos, financieros y político – sociales. -fue posible seleccionar 6 parcelas viables entre las 16 y 28 Ha.

<p><i>Utilización de un sistema de Información Geográfico para la Ubicación de un Relleno Sanitario Regional en Puerto Rico (CSA, 2013)</i></p>	<p><b>Metodología:</b> Teniendo en cuenta los criterios de la agencia de Protección Ambiental Federal, se establecieron como criterios importantes para la selección del área apropiada: fallas, aeropuertos, áreas de inundación, comunidades, reservas forestales y pendientes. Los datos se integran a un banco de SIG en donde se visualiza en mapas cada criterio.</p> <p><b>Conclusiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Es necesaria un área de mínimo 200 acres.</li> <li>-Un aspecto fundamental para el desarrollo de este tipo de proyectos, son las condiciones de acceso al área.</li> </ul>
---	--

En la aplicación, España es uno de los países que ha adoptado el modelo de Parque Tecnológico o de servicios ambientales, logrando la generación de trabajo y la consolidación de un modelo de gestión que ha logrado convertirse en ejemplo para los ciudadanos que envían sus hacia Valdemingómez, como se ha denominado a este lugar.

Para Colombia también se han llevado a cabo estudios de esta índole, resultando propuestas innovadoras como las que se mencionan a continuación:

<p><i>Óptima ubicación de un relleno sanitario para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá empleando sistemas de información geográfica (GASCÓN ET. AL 2015)</i></p>	<p><b>Metodología:</b> Revisión del marco legal colombiano para residuos sólidos; Decreto 838 de 2005 para establecer los criterios para determinar la mejor ubicación de un relleno, visualizados en el programa Arcgis.</p> <p><b>Conclusiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-El relieve y las pendientes son una limitante importante en la selección del lugar apropiado.</li> <li>-El lugar seleccionado debe contar con baja densidad poblacional</li> <li>-Es fundamental contar con la información geográfica completa para acercarse a la realidad.</li> </ul>
<p><i>Evaluación de Alternativas de Reubicación del sitio de disposición final del Área Metropolitana de Bucaramanga (UIS)</i></p>	<p>Pretende determinar el nivel de aptitud adecuado para cada una de las áreas seleccionadas como posible ubicación del sitio de disposición de residuos, cumpliendo las normas sanitarias y ambientales. Evalúa indicadores sociales, ambientales, económicos y generales.</p>



<p><i>Identificación de Áreas potenciales para ubicar el futuro sistema de disposición final de residuos sólidos del Municipio de Popayán. (Dorado A, Cerón R.)</i></p>	<p><b>Metodología:</b> Recopilación de información base, elaboración de mapas de capacidad de acogida, Evaluación multicriterio, mapas de zonas restrictivas y evaluación de los predios escogidos.</p> <p><b>Conclusiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-El predio más apto arroja una calificación de 722 de un total de 800.</li> <li>-Se debe realizar un análisis jurídico de las propiedades, servidumbres, gravámenes y limitaciones al dominio.</li> </ul>
---	--

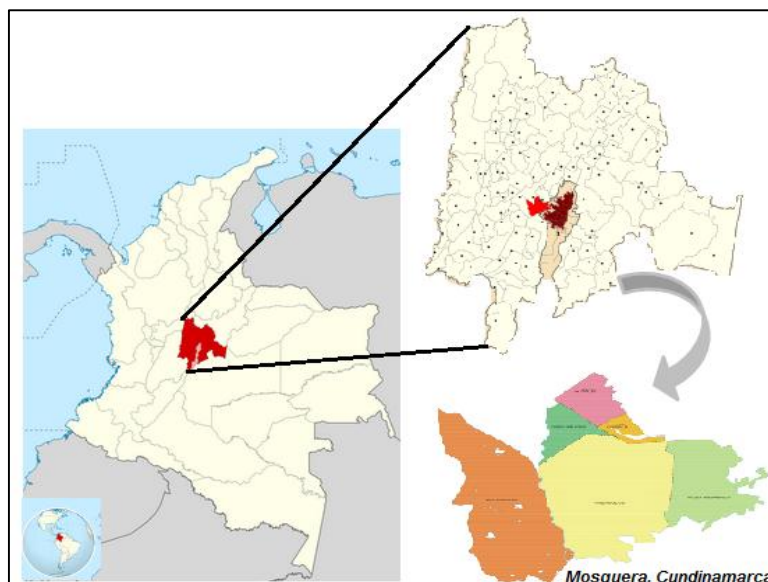
Finalmente se han logrado producciones de la Universidad Distrital referentes al tema, tal como “*Metodología para la localización de rellenos sanitarios mediante sistemas de información geográfica. Un caso regional colombiano*” (Zafra C, Mendoza F & Montoya P) en donde la combinación de sistemas de información geográfica, un proceso analítico Jerárquico y el método de ponderación aditiva simple, formula una metodología mucho más restrictiva que la legislación ambiental para el establecimiento de un relleno sanitario en Tame, Arauca.

#### **4.2 Marco Geográfico**

Mosquera se encuentra localizado en la margen occidental del río Bogotá, su localización es 4°42' 28" de latitud norte y 74°13' 58" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, región natural del altiplano cundinamarqués formado por la Sabana de Bogotá, hace parte de la provincia Sabana Occidente del Departamento de Cundinamarca, tiene una altitud de 2.546 metros sobre el nivel del mar, su temperatura promedio es de 14° C., la mayor parte de su territorio se caracteriza físicamente por ser plano, su cercanía a la ciudad capital ha permitido que alrededor del eje de la carretera de occidente se concentre una importante desarrollo industrial a nivel de la región.

Se encuentra distante de la capital de la República a 10 kilómetros, en promedio a 45 minutos de la capital de la República, comunicándose con la vía que de Bogotá D.C conduce a Facatativá, y de allí a la Troncal del Magdalena Medio.

El Municipio de Mosquera limita al norte con Funza y Madrid, al Sur con Bosa y Soacha, al Oriente con Localidad de Fontibón y parte de Funza y al Occidente Bojacá y Madrid.



**Imagen 1. Localización Mosquera en Colombia y Cundinamarca. Fuente:**  
*Elaboración propia, 2016*

### **4.3 Marco Descriptivo**

A continuación se presenta información referente a las actividades económicas y algunos indicadores sociales del municipio de Mosquera.

#### **4.3.1 Descripción general**

A continuación se procede a describir las actividades económicas principales del municipio de Mosquera y algunos indicadores sociales importantes.

#### **Actividades económicas principales**

La economía municipal está compuesta básicamente por los tres sectores: el gremio industrial (sector secundario), la actividad agropecuaria (sector primario) y el de comercio y servicios (sector terciario). Cuantitativamente, la participación de cada sector está dada así:

- Sector Industrial: 50%
- Sector Agropecuario: 40%
- Sector Comercial: 10%

Las principales fuentes de ingreso para el fisco municipal lo conforman el impuesto predial, de industria y comercio, el degüello y otras de menor trascendencia pero importantes la constituyen el impuesto de aseo y licencias de funcionamiento (Alcaldía Municipal de Mosquera, 2005).

## Indicadores sociales

- **Salud:** el Municipio de Mosquera en materia de salud viene desarrollando su gestión de conformidad con las políticas fijadas por la Ley 100 de 1.993. En Diciembre de 2.001 fue certificado en materia de salud y de hecho asumió la responsabilidad directa del manejo de los recursos del Sistema General de Participación (SGP) para el sector, queriendo decir con esto que se legaliza descentralización del servicio de salud para el municipio (Alcaldía Municipal de Mosquera, 2005)
- **Educación:** Mosquera cuenta con 42 instituciones educativas, de las cuales 16 son de carácter oficial (12 en el sector urbano y 4 en el sector rural), y 26 instituciones privadas, La población estudiantil atendida asciende a 14.273 estudiantes, 8.406 el 59.9% en el sector oficial y 5.867 el 40.73% en el sector privado, y el número de docentes entre privados y oficiales de 530 (Alcaldía Municipal de Mosquera, 2005)
- **Bienestar social:** El municipio creó la comisaría de familia con el fin de establecer programas sociales que como ordena el Decreto 2737/89, atienda y oriente a los menores en su desarrollo integral y mejoramiento de la calidad de vida familiar. Sin embargo, priorizando en programas encaminados a mejorar las condiciones de vida de las mujeres, menores y ancianos, violencia intrafamiliar, esta dando a conocer los mecanismos de protección existente e incluyendo la información sobre los medios de prevención y protección de los derechos de los menores y de las mujeres (Alcaldía Municipal de Mosquera, 2005)
- **Estratificación socioeconómica:** se presenta en la tabla 1:

DESCRIPCIÓN DE USO	ESTRATO	TOTAL DE PREDIO
RESIDENCIAL	1	1569
RESIDENCIAL	2	5474
RESIDENCIAL	3	4882
RESIDENCIAL	4	262
RESIDENCIAL	5	1
RESIDENCIAL	6	28
INDUSTRIAL		99
COMERCIAL		235
ESPECIAL		21
OFICIAL		35
<b>TOTAL</b>		<b>12606</b>

**Tabla 1.** Estratificación socioeconómica del municipio. Fuente: Caja de aseo. Tomado de PGIRS Mosquera 2005-2020

- **Infraestructura vial:** el municipio de Mosquera se encuentra localizado en la zona occidental de la Sabana de Bogotá, entre los municipios de Funza hacia el Norte, Santafé de Bogotá hacia el Oriente, Soacha y Bojacá al sur y Madrid hacia el occidente; conectándose con la Ciudad de Santafé de Bogotá a través de la troncal del occidente, vía nacional (V.T.N.), denominada actualmente como la "Concesión Fontibón, Facatativá, Los Alpes". Con Funza, Cota y Chía a través de la vía departamental transversal de la sabana, denominada actualmente como la "Concesión Chía, la Mesa, Girardot". También corre la línea férrea (V.T.M.) de oriente a occidente a través del municipio, denominada "Tren de

cercanías". Todas ellas son vías de tráfico pesado, alta velocidad y transporte masivo (Alcaldía Municipal de Mosquera, 2005)

- **Identificación de recicladores, organizaciones y condiciones laborales.** El municipio no realiza prácticas de reciclaje con recicladores u organizaciones formalmente constituidas; esporádicamente los recicladores de los municipios vecinos, realizan prácticas de recuperación los días de recolección de las áreas comerciales y directamente de los recipientes de almacenamiento (Alcaldía Municipal de Mosquera, 2005)
- **Identificación de grupos comunitarios para el control social del servicio.** En cumplimiento a lo establecido en la ley 142, el municipio de Mosquera tienen representación de la comunidad a través de los vocales de control voceros del comité de desarrollo y control social (Alcaldía Municipal de Mosquera, 2005)

#### **4.3.2 Estado actual de servicios ambientales en Mosquera**

En este apartado se presenta una descripción del estado actual del manejo de residuos sólidos, aguas residuales, residuos aprovechables y escombros, viveros y compostaje en el Municipio de Mosquera. Para cada uno de ellos se evalúan las siguientes dimensiones: técnica, ambiental, legal, institucional y socio-económica.

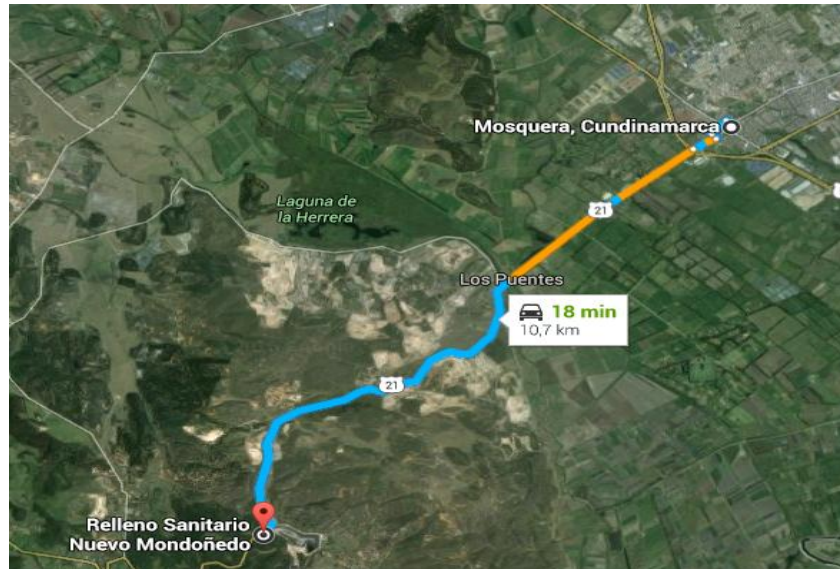
#### **Residuos Sólidos**

A continuación frente al tema de Residuos Sólidos en el municipio de Mosquera se presenta una descripción general de su funcionamiento y algunas características importantes de la dimensión técnica, ambiental, legal, institucional y socio-económica.

#### **Descripción**

La colindancia de una franja del municipio de Bojacá, demarcada por sus autoridades para uso del relleno sanitario con el área rural minera en Cerro Gordo del municipio de Mosquera, y teniendo en cuenta lo dispuesto en el Decreto 838 de 2005 y las Resoluciones No 1390 de 2005 y 1684 de 2008, expedidas por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo territorial, el municipio de Mosquera plantea la consolidación de una propuesta de carácter regional para la disposición de residuos convencionales por parte de los municipios de Bojacá y Mosquera, denominada relleno sanitario Nuevo Mondoñedo.

El **área de influencia directa** del Relleno sanitario Nuevo Mondoñedo - en adelante RSNM - se ubica en la jurisdicción del municipio de Bojacá, predio Cruz Verde, vereda El Fute, a 10,7 Km del centro de Mosquera, por la vía que conduce hacia la mesa. Dentro de esta zona se identifican como principales actividades económicas a lo largo de un tramo de 5 kilómetro: paradores de pandebono valluno y el parador ciclístico Alto de Mondoñedo, hacienda El Fute a tres kilómetros donde laboran 11 familias, la escuela rural El Fute, Peaje concesión Chía – La Mesa – Girardot. Adicionalmente en el Botadero Mondoñedo existe una población de 90 recicladores los cuales dependen económicamente del material que recuperan a diario.



**Imagen 2.** Ubicación espacial Ruta Mosquera-Relleno Nuevo Mondoñedo. **Fuente:** Google Earth, 2016

El **área de influencia indirecta** corresponde a los 76 municipios que actualmente disponen los residuos en el botadero de Nuevo Mondoñedo los cuales son: Alban, Guasca, Silvana, Anolaima, Guatavita, Simijaca, Bituima, Guayabal de Siquima, Soacha, Bojacá, Junín, Sopó, Cachipay, La Mesa, Subachoque, Cajicá, La Palma, Suesca, Carmen de Carupa, La Peña, Supatá, Chia, La Vega, Susa, Cogua, Lenguaque, Sutatausa, Cota, Madrid, Tabio, El Peñón, Mosquera, Tausa, El Rosal, Nemocón, Tena, El Colegio, Nimaima, Tenjo, La Calera, Nocaima, Tocancipá, Facatativá, Pacho, Topaipí, Fómeque, Paime, Ubaté, Funza, Quebrada Negra, Útica, Fúquene, Quipile, Vergara, Fusagasugá, San Francisco, Vianí, Gachancipá, San Cayetano, Villa Gómez, Gachalá, Sasaima, Villeta, Gachetá, Sesquilé, Yacopi, Guachetá, Sibaté, Zipacón, Zipaquirá, San Antonio del Tequendama, Tibiritá, Gama, Granada, Manta y Ubalá (Alcaldía de Mosquera, 2005).

### **Dimensión Técnica**

Inició su operación el 17 de enero de 2007 con una vida útil de 30 años atendiendo a 67 administraciones municipales y 15 firmas privadas, recibiendo en promedio 26.000 Ton mensuales de residuos con un cobro por Ton dispuesta de \$18.090 (precio 2010). Hoy en día atiende a 75 Municipios (Defensoría del Pueblo, 2010).

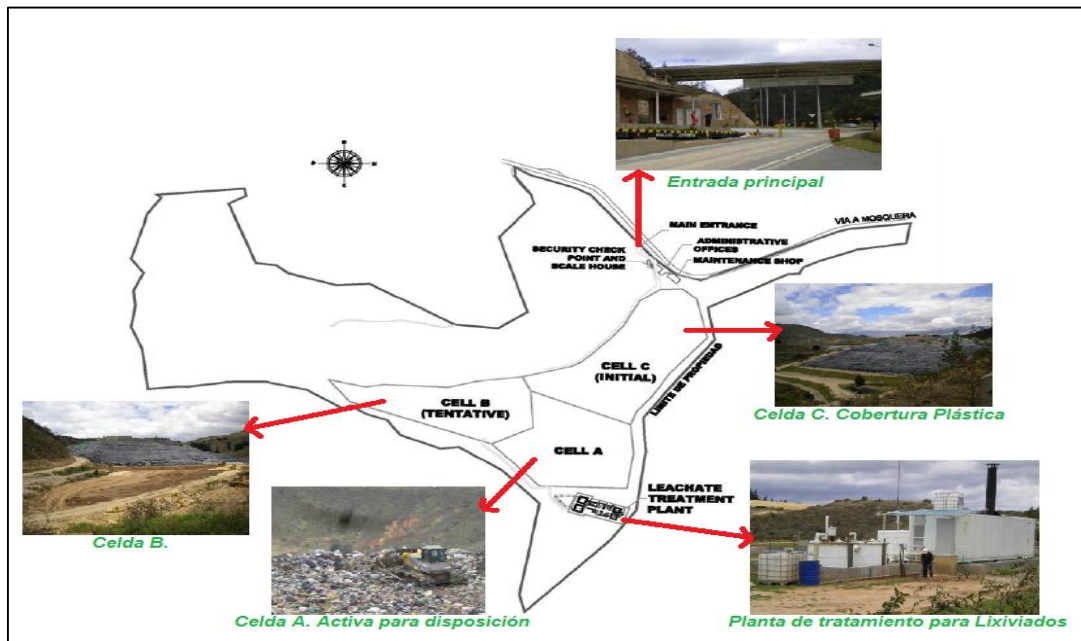
El predio en donde se ubica el RSNM, propiedad de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) se entregó a modo de concesión y a través del contrato No. 001 de 2002 con la Gobernación de Cundinamarca, al Consorcio Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo, con el objeto del diseño, construcción y/o montaje, operación y mantenimiento, cierre, clausura y postclausura del relleno sanitario. Se surtieron tres etapas: estudios y diseños (desde agosto 14 de 2003 hasta abril 25 de 2006); construcción (que se inició en abril 25 de 2006 y finalizó en marzo 13 de 2007) y operación (con un inicio anticipado en enero 17 de 2007 y un inicio regular en marzo 14 de 2007) (Defensoría del Pueblo, 2010).

El área licenciada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial cuenta con un total de 76,2 Ha de las cuales se proyecta utilizar 17 Ha para la ejecución del proyecto. De ésta, el fondo de los vasos de relleno cuenta con las siguientes áreas de disposición:

- fondo vaso A: 6.5 ha
- fondo vaso B: 4.5 ha
- fondo vaso C: 5.9 ha, en el cual se realiza actualmente la disposición final, para un total de 17.0 hectáreas.

En total, se ha definido un área equivalente a 85 ha en el interior del predio, destinada al amortiguamiento en caso de emergencia (Defensoría del Pueblo, 2010).

### **Diseño del RSNM:**



**Figura 1. Mapa del RSNM.** Fuente: Elaboración propia a partir de: Assesment Report, Methane to Markets. SCS Engineers for Consorcio Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo S.A. E.S.P. Julio de 2010.

El diseño del relleno sanitario sigue las normas RAS 2000:

- Los pisos de las celdas y las paredes internas están recubiertos con una capa de arcilla de 0,50 m y geomembranas de polietileno de alta densidad.
- Uso de tres celdas en dos fases, disponiéndose los residuos sólidos en un sistema de terrazas.
- Se efectuaron cálculos de estabilidad siguiendo las normas de seguridad establecidas por RAS 2000.
- La densidad es de alrededor de 1 ton/m<sup>3</sup>. Cada 2,5 m de residuos compactados, dentro de un área máxima de 50 m<sup>2</sup>, se realizará una cobertura de 0,30 m con material de excavación.
- Para la cobertura temporaria se usan membranas de PE de baja densidad. La altura máxima del relleno sanitario de 40 m. La cubierta final llevará arcilla, geomembrana y una capa superior de suelo para cultivar pasto y arbustos. En los muros perimetrales externos se colocará una cubierta de arcilla y suelo.

- La producción de lixiviado es relativamente baja debido a las condiciones secas del lugar. Los lixiviados se recogen a través de un sistema de filtros en el fondo de las celdas, y luego son tratados en digestores anaeróbicos y transferidos a un estanque de evaporación. Si bien la remoción del DBO es del 50%, los efluentes del lixiviado son recirculados al relleno sanitario para mantener los niveles de los estanques, y nunca regresan al medio ambiente.
- El gas del relleno sanitario es venteado de manera pasiva a través de pozos verticales de PVC, recubiertos con grava en el fondo, y sellados con arcilla y bentonita en el extremo superior para impedir el ingreso de aire al sistema. Bajo las condiciones de diseño, el sistema de recolección y venteo de gases permitirá fácilmente la incineración de gases en una etapa posterior.

**Características técnicas del Relleno (MADS, 2009):**

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
<i>Vida útil</i>	30 años
<i>Producción de residuos</i>	Entre 450 y 870 Ton/día
<i>Área máxima a Ocupar</i>	17 Ha
<i>Tipo de Residuos</i>	Sólidos Urbanos
<i>Fondo</i>	Impermeabilización con geomembrana HDPE Calibre 60 y arcilla (50 cm permeabilidad de $1 \times 10^{-7}$ cm/s <sup>2</sup> )
<i>Alturas</i>	5 a 40 metros
<i>Altura Máxima</i>	40 metros (En el vaso B existe una pequeña cuña que por la topografía alcanza una altura de 60 m).
<i>Capacidad total aproximada</i>	7' 102.000 m <sup>3</sup>
<i>Drenajes</i>	En tubería PEAD (Polietileno de Alta Densidad) entre 4 y 8 Pulgadas.
<i>Densidad de compactación</i>	1.0 Ton/m <sup>3</sup>
<i>Manejo de Gases</i>	Evacuación con chimeneas con tuberías perforadas embebidas en gavión horizontal y quemador.
<i>Manejo de Lixiviados</i>	Planta depuradora con evaporación y recirculación.
<i>Tipo de Operación</i>	Celda diaria en terrazas de abajo hacia arriba

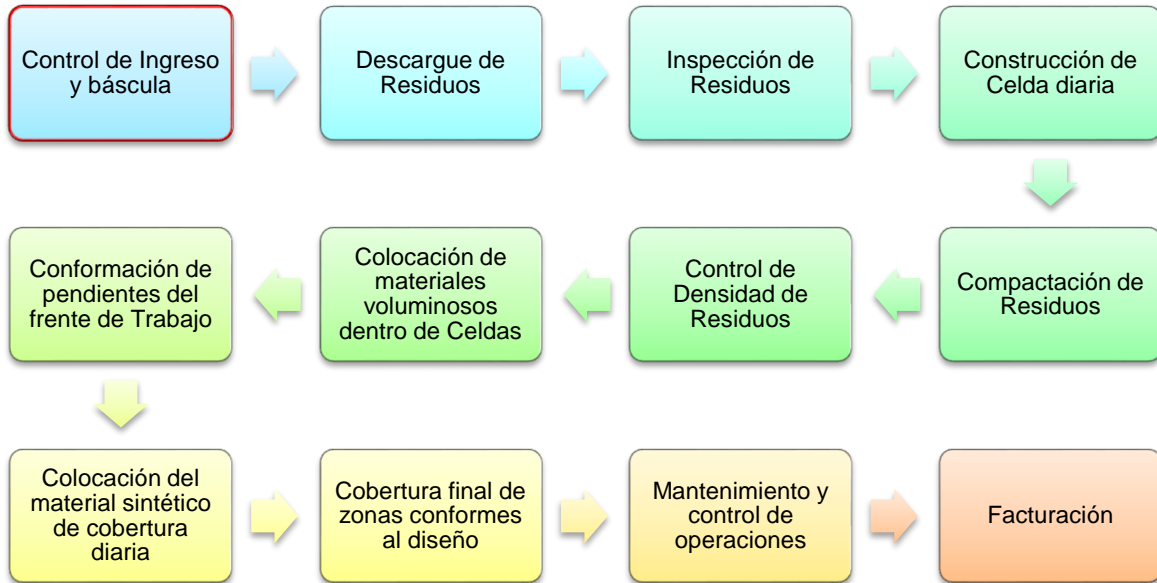
**Tabla 2.** Características Técnicas – Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo. **Fuente:** ICA No. 6. Operación del Proyecto Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo

**Otras características técnicas importantes:**

Con base en la descripción técnica descrita en el Auto No. 1504 se presentan a continuación otras características técnicas importantes a considerar:

- **Procedimientos básicos de la operación del RSNM**

A continuación se describen los procedimientos básicos que se llevan a cabo en el RSNM diariamente.



**Figura 2.** Procedimientos básicos para operación del RSNM. Fuente: Adaptado de Auto No. 1504 de 2009

- **Vías de acceso al relleno:** El acceso vial al relleno tiene una longitud aproximada de 1,020 m, dedicada exclusivamente al tránsito de vehículos que operan en el relleno. Tiene pendientes entre 0.5% y 8.9%. El corredor vial de aproximación se encuentra bien señalizado. La calzada fue ampliada y cuenta con bahías, áreas de desaceleración y giros, señalizados con reflectores en la vía que demarcan el ingreso al proyecto. La entrada de vehículos recolectores no interfiere con la normalidad del tránsito en la zona.
- **Manejo de lixiviados:** La recolección de lixiviados se hace con un filtro de fondo de 30 cm de espesor con gravas de diámetro entre 1” y 6”, se conducen a través de una tubería de 200 mm de diámetro hacia las lagunas de homogenización impermeabilizadas con geomembrana de 1.5 mm y con capacidad promedio de 800 metros cúbicos.

Para el control de obstrucciones de la red de conducción, se construyeron pozos de control conectados sobre la red secundaria y cámaras de inspección conectados a la red principal.

- **Manejo y evacuación de gases:** Esta actividad se realiza a través de chimeneas verticales separadas entre sí cuarenta metros y distribuidas sobre el vaso de disposición. Las estructuras observadas se encuentran en buen estado y operan normalmente.
- **Evacuación de aguas superficiales:** Con el objeto de evitar arrastres tanto de la masa de residuos como de la capa de cubrimiento y de reducir al máximo la producción de lixiviados, las aguas de lluvia superficial son captadas sobre la geomembrana y luego desviadas mediante cunetas a un pondaje de almacenamiento, sin ingresar a las celdas de disposición. Las aguas de escorrentías exteriores a los vasos, son drenadas mediante una cuneta perimetral que impide la entrada de agua al relleno o sus áreas de operación.



Las aguas caídas en el interior del vaso y que previsiblemente no deben estar en contacto con los residuos, como son las caídas sobre superficies cubiertas por residuos, son conducidas hacia la red perimetral mediante zanjas conformadas sobre el terreno. Las aguas que caen o discurren directamente sobre los residuos llegando a infiltrarse, son drenadas mediante la red de lixiviados.

### **Dimensión Ambiental**

La disposición de residuos sólidos en el municipio de Mosquera antes del año 2007 se realizaba en el denominado relleno Mondoñedo, sin embargo luego de que se declarara la emergencia ambiental como consecuencia de la contaminación del aire, del agua y del suelo que se generaron por descuido en el tratamiento técnico y ambiental de los lixiviados, además de quemas a cielo abierto e inadecuado manejo de los gases generados por la acumulación de basuras, condujo a que la autoridad ambiental CAR diera inicio al Plan de cierre del botadero Mondoñedo.

Como resultado de dicha acción, a partir del año 2007 el municipio de Mosquera realiza la disposición final de sus residuos en el actual relleno sanitario Nuevo Mondoñedo. El problema de lixiviados generado por Mondoñedo ocasionó un gran impacto sobre el recurso agua y suelo, que al día de hoy son tratados por medio de la planta de tratamiento de lixiviados de Nuevo Mondoñedo.

Aun cuando el manejo y disposición de basuras se realiza actualmente en Nuevo Mondoñedo, existen importantes impactos que afectan el área y a los habitantes de los alrededores que vienen de la mano con la disposición de desechos en un relleno. Dichos impactos tienen incidencia en el componente atmosférico, geosférico, hídrico, suelo y biótico. A continuación se procede a describir cada uno de ellos.

- **Atmosférico:** la descomposición de residuos en un relleno sanitario, genera afectación por la producción de gas metano y material particulado.
- **Geosférico:** se ve afectado principalmente por la alteración del paisaje, como consecuencia de cambios asociados a remoción de cobertura vegetal, movimiento de tierra y conformación de masa de residuos.
- **Hídrico - suelo:** una de las principales consecuencias de la descomposición de residuos sólidos es la generación de lixiviados, de modo que si no se hace un tratamiento adecuado la filtración de estos afecta aguas superficiales y el recurso suelo.
- **Biótico:** pérdida de especies faunísticas y florísticas por remoción de cobertura vegetal y contaminación de componentes atmosférico, suelo e hídrico.

El relleno sanitario tendrá mayormente un impacto ambiental negativo a nivel geomorfológico, ya que las condiciones del paisaje original serán modificadas de manera permanente; se retiraron 1940 árboles para las vías de acceso y áreas de trabajo del RSNM, impacto compensado con la plantación de 2900 ejemplares de especies nativas en el predio, de acuerdo a criterios y diseño paisajístico definido, además se debió construir una barrera visual, evitando la vista directa del área de trabajo del RS. Por otra parte, la producción de biogás, lixiviados, y malos olores será parte de los principales impactos ambientales negativos del relleno sanitario (MAVDT, 2009)

Si bien estos impactos tienen incidencia directa sobre los componentes físicos del área, no se pueden dejar de lado las repercusiones que dichos impactos tienen sobre las poblaciones

aledañas. En términos de calidad del agua y del aire los pobladores se ven afectados porque se ven expuestos a contaminación directa de estos dos valiosos recursos. Además la presencia de un relleno sanitario favorece la proliferación de plagas y vectores.

En este sentido, si bien no son los mosquerunos los directamente afectados, los residentes del municipio de Bojacá, donde se encuentra ubicado actualmente el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo, son quienes se ven impactados con las consecuencias que trae consigo la presencia de un relleno.

Adicionalmente el inconveniente con los rellenos sanitarios radica en que tienen una vida útil corta, y que a su vez disminuye más rápidamente con el crecimiento acelerado de las ciudades y de sus pobladores quienes generan una mayor producción de basura. De este modo, el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo que para el año 2007 contaba con una vida útil estimada en 30 años, hoy a 2016 tiene un período útil restante de 21 años. A este hecho hay que sumarle que en la actualidad recibe los desechos de cerca bastantes municipios y esta situación acorta aún más su perdurabilidad en el tiempo.

Esta es una situación que amerita una solución a largo plazo que reduzca o desaparezca los impactos anteriormente mencionados y permita darle un manejo, disposición y aprovechamiento adecuado a los residuos.

### **Dimensión Legal**

En lo que respecta a la dimensión legal del manejo de residuos sólidos, a continuación se presenta la normatividad legal y vigente aplicable.

<b>NORMA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Ley 09 de 1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias para el manejo de residuos sólidos
Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones
Ley 388 de 1997	Dentro de esta ley se define la clasificación del suelo y sus usos.
Ley 430 de 1998	Por la cual se dictan normas prohibitivas en material ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones
Decreto 605 de 1996	Reglamenta la ley 142 de 1994, en cuanto al manejo, transporte y disposición final de residuos sólidos.
Decreto 838 de 2005	Por el cual se modifica el decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
Documento CONPES 2750 de 1994	Por el cual se dictan políticas sobre manejo de residuos sólidos.
Resolución 2309 de 1986	Por la cual se definen los residuos especiales, los criterios de identificación, tratamiento y registro. Establece planes de cumplimiento, vigilancia y seguridad.
Resolución 0189 de 1994	Por la cual se dictan regulaciones para impedir la introducción al territorio nacional de residuos peligrosos.

<b>Etapas para la obtención de Licencia Ambiental de rellenos sanitarios</b>	<b>Tiempo aproximado</b>
<b>Consecución de predios:</b>	
Selección de áreas potenciales (según POT y PGIRS)	Mínimo 6 meses
Apropiación de terrenos	Mínimo 1 año
Acto administrativo que adopta o modifica el POT	Mínimo 6 meses
<b>Licenciamiento ambiental:</b>	
Elaboración de estudios y consecución de documentos (EIA, PMA, planos, certificados, contratos, análisis, soportes legales, etc.)	Mínimo 1 año
Presentación de la solicitud de Licenciamiento Ambiental	1 día
Examen formal de la autoridad ambiental (solicitudes completas)	Mínimo 5 días hábiles
Aprobación de la licencia ambiental	Máximo 180 días
<b>Tiempo total</b>	<b>3 a 4 años</b>

**Imagen 3.** Obtención Licencia Ambiental Rellenos Sanitarios. **Fuente:** *Presente y Futuro de la disposición final de residuos en Colombia. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2013*

### **Dimensión Institucional**

El relleno sanitario Nuevo Mondoñedo se encuentra en el municipio de Bojacá, a 40 km por el sur oriente de Bogotá. La propiedad donde se encuentra le pertenece a la Corporación Autónoma de Cundinamarca, quien asignó la concesión por un período de 30 años al Consorcio Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo S.A. E.S.P (CRSNM). El CRSNM es responsable del diseño, construcción, operación y cierre del relleno, que inició operaciones en enero de 2007 y que finalizará labores a finales del año 2026.

El CRSNM es un consorcio privado de 3 entidades:

- Corpoaseo Total S.A ESP (Colombia) - 25% de participación
- Velzea LTDA (Colombia) - 24% de participación
- Hera Holding Hábitat, Ecología y Restauración Ambiental SL (España) - 51% de participación.

El horario de operación va de Lunes a Martes de 6:00 am a 2:00 am y de Miércoles a Sábado de 6:00 am a 10:00 pm. Existen aproximadamente 65 municipios y 91 usuarios que disponen sus residuos en el relleno Nuevo Mondoñedo.

### **Servicio de aseo urbano**

El municipio de Mosquera, en cumplimiento a lo dispuesto en la ley 142 de 1994, se establece como ente prestador del servicio de aseo. Para tal efecto se creó la caja de aseo municipal, perteneciente a la secretaria de obras públicas, dependiente en la parte contable de la secretaria de hacienda municipal y en el aspecto comercial y de cobro del servicio de la Empresa HYDROS MOSQUERA S EN C.A. E.S.P (Alcaldía de Mosquera, 2005).

Para el desarrollo de sus labores la Caja de aseo Municipal esta sujeta a los planes, programas y proyectos que defina la Junta Municipal de Aseo, creada mediante el Decreto 009 de enero 24 de 1997. En cuanto al servicio de barrido y limpieza de calles, este es realizando con frecuencia de dos (2) veces por semana en el parque central y en resto del municipio se llevan a cabo brigadas de limpieza coordinadas por la caja de aseo municipal, en los barrios que cuentan con vías pavimentadas. La disposición final de los residuos producidos en el municipio se hace en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo (Alcaldía de Mosquera, 2005).

### **Dimensión Socio – Económica**

No existen habitantes en el área de influencia directa. Existen algunos comercios de refrescos y cafetería ubicados sobre la autopista, pero no llegan a ser afectados por el nuevo relleno sanitario.

Se considera que el proyecto mejora la dimensión socioeconómica de las comunidades de Vereda Barroblanco, El Fute, y alrededores, ya que permite optimizar el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos. Las actividades incluidas en el Plan de Manejo Social (PMS) serán implementadas a través de procesos participativos, usando talleres, y asegurando la participación pública en la fase de construcción así como de operación. Los desarrolladores elaborarán, junto con los concesionarios de la autopista, un programa de seguridad para prevenir los accidentes viales.

Dentro del Plan de Manejo Ambiental del proyecto se incluyen los siguientes programas de Gestión Social: Programa de Educación Ambiental, con los proyectos de Sensibilización y Educación Ambiental y Veeduría Ambiental, y Programa de Compensación Social, con los proyectos de Mejoramiento Condiciones de trabajo Población Recuperadora y Núcleos Poblacionales Aledaños. Estos programas y proyectos son ejecutados directamente por el Consorcio Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo, a través del Área de Relaciones con la Comunidad (MAVDT, 2009).

La verificación de los aspectos socioeconómicos se realizó a partir de la revisión del Informe de Cumplimiento Ambiental No. 6, correspondiente al periodo de abril a octubre de 2008; el documento de información complementaria a dicho ICA, con radicado 4120-E1-142206 de 12 de diciembre de 2008, en el cual se complementa la información relacionada con el Plan de Gestión Social; reunión durante la visita de seguimiento con Eduardo Geovo y Eliana González, responsables de la gestión social del proyecto; revisión documental en la empresa; entrevistas durante la visita a miembros de la Asociación de Recicladores de Mondoñedo, y a los habitantes de las veredas Santa Bárbara, Barro Blanco y Balsilla, durante el recorrido efectuado por dichas veredas, así como al señor José Parra, veedor ambiental del proyecto (MAVDT, 2009).

A partir del seguimiento efectuado al proyecto se considera que en general, el Consorcio RSNM, ha venido cumpliendo con los programas del Plan de Gestión Social, a excepción del proyecto Núcleos Poblacionales Aledaños, el cual consiste en trasladar al municipio un porcentaje de las utilidades del proyecto (la empresa informó a este Ministerio que los accionistas determinaron que no se repartirían utilidades en el año 2007); sin embargo, teniendo en cuenta que este proyecto corresponde a una medida establecida en el Plan de Gestión Social, perteneciente al Manejo Ambiental, se considera que no se ha dado cumplimiento total a todos los programas y proyectos del PGS (MAVDT, 2009).

A partir de las entrevistas realizadas a los miembros de las comunidades del área de influencia del proyecto, se evidenció que existe una buena relación entre éstos y el Consorcio RSNM, toda vez que no se identificaron conflictos, y las personas entrevistadas manifestaron sentirse satisfechas con las actividades realizadas por parte de la empresa en el marco del Plan de Gestión Social (MAVDT, 2009).

Por otra parte, los miembros de la Asociación de Recicladores de Mondoñedo - ARM , entrevistados durante la visita de seguimiento, manifestaron tener buenas relaciones con la empresa, toda vez que ésta los han venido apoyando a través de diferentes gestiones; sin embargo, a partir de la revisión documental se evidenció que continúan presentándose conflictos con algunos miembros de la población recuperadora; no obstante la mayor parte de estos conflictos está relacionada con la falta de apoyo a su labor por parte de entidades diferentes al Consorcio RSNM (MAVDT, 2009)

### **Aguas Residuales**

A continuación frente al tema de Aguas Residuales en el municipio de Mosquera se presenta una descripción general de su funcionamiento y algunas características importantes de la dimensión técnica, ambiental, legal, institucional y socio-económica.

#### **Descripción**

El PBOT del municipio de Mosquera define el alcantarillado de aguas residuales, como aquel que recoge el agua después de su uso, en cada edificación; posteriormente es enviada a una red en la cual se conduce a unas plantas de tratamiento para su posterior vertimiento a la fuente receptora (PBOT Mosquera, 2013)

#### **Dimensión Técnica**

La conducción y disposición de aguas residuales es cubierto en la zona urbana del Municipio por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Mosquera, HYDROS MOSQUERA S EN C.A. E.S.P; la cual es una empresa industrial y comercial del orden municipal (Alcaldía de Mosquera, 2005).

El manejo y la administración del sistema de tratamiento de las aguas residuales, consiste en un sistema de lagunas facultativas, bajo la acción de la CAR, la cual verifica los parámetros técnicos de calidad del agua antes del vertimiento (Alcaldía de Mosquera, 2005).

En la tabla 3 se presentan los principales colectores presentes en el municipio.

<b>COLECTOR</b>	<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Colector occidental	Localizado en la zona occidental del Municipio	Inicia frente a la urbanización Villa Marcela, cruza al occidente pasando por el Parque Industrial Montana con diámetro de 27", y después del cruce con el ferrocarril continúa en 30" hasta la planta de bombeo
Colector industrial	Parte de la Empresa Mejía y Cía, hasta la carrera 3 por la calle 3 iniciando en diámetro 8", para luego ampliarse a 12" y 16".	La CAR diseñó y construyó este colector

Colector central	Localizado sobre la avenida 13 (antigua carrera 3) con diámetros de 12" y 14"; luego continua por la avenida Francisco Vargas hasta la estación de bombeo	Recibe las aguas servidas del al norte y sur de la avenida 13 y la zona céntrica. Incluye las aguas negras del barrio el Carmen, fábrica Dalco, el Colegio Salesiano San José y los barrios Santa Ana, el Dorado, Villa del Rocío y Altos de Santa Ana.
Colector oriental	Localizado por el costado sur de la vía que de Mosquera conduce a Funza, por la zona de FIBERGLASS y PURINA.	Diámetro de 18" a partir del lindero con el municipio de Funza y recibe las aguas servidas del barrio Villa Jenny, de la zona comprendida entre la carrera 2B y la vía a Mosquera - Funza y los barrios Villa del Sol e Iregui I y II. El colector se extiende hasta la estación de bombeo y a partir de la bomba Mobil continua en diámetros de 21", 24" y 27".
Alcantarillado pluvial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Una primera red construida en la zona comprendida entre la avenida 13 y carrera 2B, barrios Villa María I y II,</li> <li>- Una segunda red en la zona del centro, comprendida entre la carrera 5 a la avenida Francisco Vargas y de la calle 1 a la calle 4 con diámetro en 16" y 18" a 36" por la avenida Francisco Vargas.</li> <li>- La tercera red en la zona conformada por los barrios Villa María III y IV, y Villa Nueva</li> <li>- Una cuarta red en la zona compuesta por el barrio Villa del Rocío.</li> </ul>	
Alcantarillado combinado	La Red de alcantarillado combinado en la zona céntrica, inicia en el costado sur occidental de la bomba Mobil hasta la carrera 1, continuando por la carrera 1 hasta la avenida Francisco Vargas en donde existe una red de diámetro 24" que viene del nor - oriente por la carrera 3, llamado colector central. Entre la estación y la Villa Olímpica se construyó una red en 18" para aliviar la existente en 12".	

**Tabla 3.** Colectores para tratamiento de aguas residuales. **Fuente:** PGIRS Mosquera 2005-2020

### Dimensión Ambiental

Uno de los principales problemas de contaminación del recurso hídrico se presenta por la afectación que se da sobre el río Bogotá al recibir las descargas de aguas residuales aportadas por el río Subachoque, este último recibe los vertimientos generados por la planta de tratamiento Mosquera 1 (Alcaldía de Mosquera, 2014)

Otro de los inconvenientes con las plantas de tratamiento de aguas residuales del Municipio se presenta como consecuencia de la incompatibilidad de su uso. Dicha planta fue diseñada para uso exclusivo doméstico pero debido al gran crecimiento industrial que ha tenido el municipio su capacidad es insuficiente para realizar el tratamiento pertinente (PBOT Mosquera, 2013)

### Dimensión Legal

En lo que respecta a la dimensión legal de aguas residuales, a continuación se presenta la normatividad legal y vigente aplicable.

NORMA	DESCRIPCIÓN
Ley 9 de 1979	Código Sanitario Nacional
Ley 373 de 1997	Uso eficiente y ahorro del agua.
Documento CONPES 1750 de 1995	Políticas de manejo de las aguas.
Documento CONPES 3177 de 2002	Acciones prioritarias y lineamientos para la formulación del plan nacional de manejo de aguas residuales.
Decreto 2811 de 1974	Art. 77 a 78. Clasificación de aguas. Art 80 a 85: dominio de las aguas y sus cauces. Art 86 a 89: derecho a uso del agua. Art 134 a 138: prevención. Art 149: aguas subterráneas. Art 155: Administracion de aguas y cauces.
Decreto 2857 de 1981	Ordenación y protección de cuencas hidrográficas.
Decreto 1594 de 1984	Normas de vertimientos de residuos líquidos Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Art. 1 a 21 Definiciones. Art. 22-23 Ordenamiento del recurso agua. Art. 29 Usos del agua. Art. 37 a 50 Criterios de calidad de agua Art. 60 a 71 Vertimiento de residuos líquidos. Art. 72 a 97 Normas de vertimientos. Art. 142 Tasas retributivas. Art. 155 procedimiento para toma y análisis de muestras.
Decreto 79 de 1986	Conservación y protección del recurso agua.
Decreto 2314 de 1986	Concesión de aguas
Decreto 1700 de 1989	Crea Comisión de Agua Potable
Decreto 605 de 1996	Reglamenta los procedimientos de potabilización y suministro de agua para consumo humano.
Decreto 901 de 1997	Tasas retributivas por vertimientos líquidos puntuales a cuerpos de agua.
Decreto 475 de 1998	Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable.
Decreto 155 de 2004	Tasas por utilización del agua.
Decreto 3930 de 2010	Por la cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Resolución 1096 de 2000	Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento -RAS.
Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales en Colombia-PMAR	Define estrategias de gestión sectorial y ambiental, para la resolución de la problemática generada por los vertimientos de aguas residuales municipales

A la fecha el municipio de Mosquera cuenta con un Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) que formula programas y proyectos encaminados a la adecuación del sistema y el control de la contaminación de las fuentes hídricas.

Por otra parte dentro de la versión del PBOT de 2013, se definen las zonas de amenaza y riesgo en el municipio, las cuales a su vez limitan los usos del suelo. Frente al tema de vertimientos el uso de las zonas definidas como de amenaza y riesgo limitan su condición así:

- Uso condicionado: son usos condicionados la captación de aguas o incorporación de vertimientos, siempre y cuando no afecten el cuerpo de agua ni se realice sobre los nacimientos. Construcción de infraestructura de apoyo para actividades de recreación, embarcaderos, puentes y obras de adecuación, desagüe de instalaciones de acuicultura y extracción de material de arrastre.

De similar manera y en concordancia con el acuerdo No. 16 de 1998 de la CAR y el decreto 3100 de 2003, para las áreas periféricas a nacimientos, cauces de ríos, quebradas, arroyos, lagos, lagunas, ciénagas, pantanos, embalses y humedales en general, se definen los siguientes criterios y uso:

- Son franjas de suelo de por lo menos 100 metros a la redonda, medidos a partir de la periferia de nacimientos y no inferior a 30 metros de ancho, paralela al nivel máximo de aguas a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos sean permanentes o no, y alrededor de lagos, lagunas, ciénagas, pantanos, embalses y humedales en general.
- Uso condicionado: son usos condicionados la captación de aguas o incorporación de vertimientos, siempre y cuando no afecten el cuerpo de agua ni se realice sobre los nacimientos. Construcción de infraestructura de apoyo para actividades de recreación, embarcaderos, puentes y obras de adecuación, desagüe de instalaciones de acuicultura y extracción de material de arrastre.

## **Dimensión Institucional**

### ***Servicio de agua potable y saneamiento básico***

Hydros Mosquera S. en C.A. E.S.P. es una Empresa Prestadora de Servicios Públicos, ubicada en el Municipio de Mosquera – Cundinamarca, dedicada a satisfacer las necesidades básicas de Acueducto y Alcantarillado de los Usuarios en la zona urbana del Municipio. Opera dentro del marco legal definido por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (Alcaldía de Mosquera, 2005).

La E.A.A.B. y el municipio de Mosquera tienen firmado convenio para un suministro de 47 l/s de agua potable para el municipio, La cobertura total del servicio de Acueducto en el territorio municipal es del 95.% (Alcaldía de Mosquera, 2005).

### **Servicio de alcantarillado**

La conducción y disposición de aguas residuales es cubierto en la zona urbana del Municipio por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Mosquera, HYDROS MOSQUERA S EN C.A.



E.S.P. El manejo y la administración del sistema de tratamiento de las aguas residuales, consiste en un sistema de lagunas facultativas, bajo la acción de la CAR, la cual verifica los parámetros técnicos de calidad del agua antes del vertimiento (Alcaldía de Mosquera, 2005).

### **Dimensión Socio – Económica**

El mayor inconveniente que se presenta con las aguas residuales se da por la contaminación que estas mismas representan para el recurso hídrico. Dicha contaminación se da por vertimiento directo o fugas en el sistema de tratamiento.

La descarga lenta pero continua sobre las aguas puede representar un grave problema con el paso del tiempo y llegar a convertirse en una zona extensa de contaminación. Para la población mosqueruna es una situación crítica, pues si no se realizan prácticas de manejo y prevención de la contaminación del agua del municipio se podría llegar a un momento donde el recurso este tan contaminado que el proceso de descontaminación sería casi imposible por costos y dificultad en los procedimientos.

Desafortunadamente la mayoría de los vertimientos se dan como consecuencia de las diferentes actividades industriales que se desarrollan en Mosquera, produciendo las descargas principalmente en el río Subachoque, Balsillas, Bogotá y el Canal de San José (Martinez y Peñuela, 2005).

Los vertimientos de tipo doméstico son captados por el sistema de alcantarillado y conducidas a la planta de tratamiento de aguas residuales de la CAR; el problema con los vertimientos domésticos se da por las descargas que producen los pobladores que no cuentan con sistema de alcantarillado y vierten directamente sobre el recurso sustancias contaminantes tales como aceites, grasas, detergentes, materia orgánica, entre otros (Fonseca y Vargas, 2009).

### **Tratamiento de Residuos Aprovechables y Escombreras**

A continuación frente al tema de Tratamiento de Residuos Aprovechables y Escombreras en el municipio de Mosquera se presenta una descripción general de su funcionamiento y algunas características importantes de la dimensión técnica, ambiental, legal, institucional y socio-económica.

#### **Descripción**

En el municipio de Mosquera se define la necesidad de manejo de residuos aprovechables y escombreras a través del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, sin embargo hasta momento no existen mas definiciones que las que ha dictaminado la gobernación de Cundinamarca con los Lineamientos de Política de Residuos Sólidos del Departamento de Cundinamarca.

De esta forma se dice que quien produce los escombros tiene la responsabilidad de su recolección, transporte y disposición en las escombreras autorizadas: define que el municipio o distrito y las personas prestadoras del servicio de aseo son los responsables de coordinar estas actividades en el marco de los programas establecidos para el desarrollo del respectivo Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS (Gobernación de Cundinamarca, 2014).

## Dimensión Técnica

El documento Lineamientos de Política de Residuos Sólidos del Departamento de Cundinamarca clasifica los escombros de acuerdo a la actividad generadora y los clasifica de acuerdo a la actividad generadora.

CLASIFICACIÓN	ACTIVIDAD GENERADORA	TIPO DE RESIDUO GENERADO	
ESCOMBROS	CONSTRUCCIONES	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	Madera y Residuo ordinario
		DESCAPOTE	Suelo y materia orgánica (corte de césped y poda de árboles)
		EXCAVACIONES Y RELLENOS	- Metales: Alambre, acero do, formaletas, puntillas - Madera: Formaletas y andamios - Hormigón, mortero, concreto armado, cemento, arena, triturados y/o gravilla
		OBRA GRIS	-Reclastales de vidrio plano -Escombros de materiales áridos para las mezclas de mortero y resto de mezcla -Retales y pedazos de ladrillo, teja o bloque -Retales tubería PVC y galvanizada -Retales de cableado eléctrico y telefónico
		ACABADOS	- Retales de enchapes cerámicos - Retales de pisos cerámicos, mármol y granito - Retales de carpintería metálica y de madera - Escombros de materiales áridos para mezclas de mortero y resto de mezcla - Envases de pegantes de Thiner - Pintura Epoxicos - Retales de guarda escobas de madera Retales de alfombras
		LIMPIEZA	- Escombros mezclados con otros materiales - Residuos Ordinarios - contenedores - Elementos de aseo
		OBRA CIVIL	-Asfaltos - Tuberías en concreto - Madera - Plásticos - Poli sombra

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geotextiles</li> <li>- Geomenbrana</li> <li>- Suelo</li> <li>- Materia orgánica</li> <li>- Metales</li> </ul>
		DEMOLICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Concreto</li> <li>- Madera, cartón y papel</li> <li>- Tuberías: PVC, galvanizada, gres, manguera etc.</li> <li>- Metal: Hierro, aluminio, acero, cobre, etc.</li> <li>- Mampostería, Baldosas y Enchapes</li> <li>- Tejas plásticas, de asbesto y metálicas</li> <li>- Vidrio</li> <li>- Porcelana sanitaria</li> <li>- carpintería metálica y de madera</li> <li>- Plásticos</li> <li>- luminarias</li> <li>- Cables eléctricos con aislamiento</li> <li>- Arena, polvo y panel yeso</li> <li>- Vigas y columnas en madera</li> </ul>

**Tabla 4.** Clasificación de escombros por actividad generadora **Fuente:** Ramirez, 2009

De similar manera el documento mencionado anteriormente clasifica los escombros de acuerdo a su tipo y aprovechamiento.

### Dimensión Ambiental

El principal problema de este aspecto radica en que en el municipio no existen lineamientos claros para el manejo y disposición de residuos aprovechables y escombros.

De manera similar a otros municipios del departamento de Cundinamarca, Mosquera tiene los siguientes inconvenientes en cuanto a la gestión integral de residuos de construcción y demolición (Gobernación de Cundinamarca, 2014):

- Incumplimiento de normatividad vigente
- Ausencia de registros de producción de RSCD
- Falta de registro o identificación de generadores de RSCD
- Solo hay un establecimiento (escombrera) a nivel departamental, debidamente autorizado por autoridad competente.
- No hay registro de las empresas prestadoras de servicio de recolección, transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de este tipo de residuos.
- Ausencia en la implementación de las tecnologías existentes para el manejo de RSCD.
- Ausencia en la implementación de políticas de gestión integral a los RSCD (generación, prevención y minimización, recolección y transporte, aprovechamiento, valorización y disposición final.
- Debilidad en los procesos de vigilancia y control por parte de autoridad competente.
- Vertimientos inapropiados en zonas de interés ambiental y en espacios públicos.
- Debilidad presupuestal en el sector público para la financiación de programas y proyectos en el manejo de los RSCD.

## Dimensión Legal

En lo que respecta a la dimensión legal del tratamiento de aprovechables y escombreras, a continuación se presenta la normatividad legal y vigente aplicable.

NORMA	DESCRIPCIÓN
Ley 9 de 1979	Código Sanitario Nacional.
Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
Ley 1259 de 2008	Por medio de la cual se instaure en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.
Decreto Reglamentario 2462 de 1989	Sobre explotación de materiales de construcción.
Decreto 357 de 1997	Regula el manejo, transporte y disposición final de escombros y materiales de construcción.
Decreto 605 de 1996	Reglamenta la ley 142 de 1994, en cuanto al manejo, transporte y disposición final de residuos sólidos.
Decreto Nacional 1713 de 2002.	Artículo 44. Recolección de escombros. Es responsabilidad de los productores de escombros su recolección, transporte y disposición en las escombreras autorizadas. El Municipio o Distrito y las personas prestadoras del servicio de aseo son responsables de coordinar estas actividades en el marco de los programas establecidos para el desarrollo del respectivo Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS.
Decreto 838 de 2005.	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002": menciona en el artículo 23, que los escombros que no sean objeto de un programa de recuperación y aprovechamiento deberán ser dispuestos adecuadamente en escombreras cuya ubicación haya sido previamente definida por el municipio o distrito, teniendo en cuenta lo dispuesto en la Resolución 541 de 1994 del Ministerio de Medio Ambiente o la que la sustituya, modifique o adicione y demás disposiciones ambientales vigentes.
Resolución 541 de 1994	La cual regula el cargue, descargue, transporte almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos concretos y agregados sueltos de Construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.

El PBOT del municipio define que en lo posible, las escombreras deben disponerse en áreas de recuperación geomorfológica, tales como antiguas explotaciones mineras (Alcaldía de Mosquera, 2005). Así mismo en el capítulo de Servicios Públicos Rurales, en su artículo 313 y párrafo 1 define lo siguiente para las escombreras.

Escombreras: en las áreas deterioradas donde se lleven a cabo procesos de recomposición morfológica podrán establecerse escombreras, previo concepto de la autoridad ambiental, siempre y cuando la recuperación de escombros contribuya a la restauración ecológica, estas

áreas serán objeto de valoración y definición detallada en la unidad de planificación rural (UPR), Plan de Gestión Integral de Sólidos (PGIRS), o los instrumentos de manejo ambiental correspondientes según sea el caso (PBOT de Mosquera, 2013).

### **Dimensión Institucional**

El manejo y disposición de residuos aprovechables y escombros debería estar plenamente definido en el Plan Integral de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS del municipio, sin embargo solo se menciona la necesidad que existe por adelantar actividades y políticas de manejo de este tipo de residuos.

### **Dimensión Socio – Económica**

Frente al manejo de residuos aprovechables y escombros la principal problemática asociada y que afecta a la población mosqueruna es la incorrecta o no disposición de dichos residuos. Este problema se viene presentando principalmente por falta de marco normativo municipal, ausencia de empresas que presten el servicio exclusivo para el manejo de estos residuos y disposición de estos en zonas de interés ambiental y espacios públicos.

### **Viveros**

A continuación frente al tema de Viveros en el municipio de Mosquera se presenta una descripción general de su funcionamiento y algunas características importantes de la dimensión técnica, ambiental, legal, institucional y socio-económica.

### **Descripción**

En el municipio existen múltiples viveros, pero no existe ninguna asociación u organización que congregue a los propietarios de estos. El servicio se limita a la producción, venta y comercialización.

### **Dimensión Técnica**

En Colombia no existe reglamentación referente a los parámetros de instalación de viveros, sin embargo lo que sí existe es la resolución 3180 de 2009 emitida por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA que establece los requisitos y procedimientos para la producción de material de propagación de frutales en el país, con el objeto de que los viveristas cumplan con parámetros básicos de calidad genética, agronómica y fitosanitaria que les permita a los productores adquirir material sano y generar rentabilidad en sus cultivos.

Para el caso de plantas ornamentales la resolución No. 00264 de 2000 dicta las disposiciones sobre la sanidad vegetal para las especies de plantas ornamentales.

### **Dimensión Ambiental**

Los principales inconvenientes que se presentan en Viveros responden a problemas fitosanitarios y que en muchas ocasiones afectan la producción y consecuentemente la venta y comercialización de las especies vegetales.

Se suma a este hecho el no aprovechamiento de los residuos generados dentro de la cadena de producción y comercialización de las plantas.

### Dimensión Legal

En lo que respecta a la dimensión legal de los viveros, a continuación se presenta la normatividad legal y vigente aplicable.

NORMA	DESCRIPCIÓN
Ley 17 de 1981	Por la cual se aprueba la "Convención sobre el Comercio internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres"
Decreto 1791 de 1996	Por la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.
Resolución 1367 de 2000	Por la cual se establece el procedimiento para las autorizaciones de importación y exportación de especímenes de la diversidad biológica que no se encuentran listadas en los apéndices de la Convención CITES.
Resolución 438 de 2001	Por la cual se establece el Salvoconducto Único Nacional para la movilización de especímenes de la diversidad biológica.
Resolución 454 de 2001	Por la cual se reglamenta la certificación a la que alude el párrafo primero del artículo 7 de la Resolución 1367 de 2000 (importación y exportación de productos forestales)
Resolución 3180 de 2009	Por la cual se establecen los requisitos y procedimientos para la producción y distribución de material de propagación de frutales en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones.
Resolución 2457 de 2010	Por la cual se establecen los requisitos para el registro de las personas que se dediquen a la producción y comercialización de semillas para siembra y plántulas de especies forestales.
Resolución 2309 de 1986	Por la cual se definen los residuos especiales, los criterios de identificación, tratamiento y registro. Establece planes de cumplimiento, vigilancia y seguridad.
Resolución 0189 de 1994	Por la cual se dictan regulaciones para impedir la introducción al territorio nacional de residuos peligrosos.

Dentro del PBOT de Mosquera el artículo 270 define usos áreas de actividad vivienda y establece ciertas clasificaciones de usos por áreas de actividad. De modo que los viveros se ubican así:

- *Áreas residenciales con comercio y servicios:* se ubican a los viveros como un uso complementario.
- *Áreas de Comercio y Servicios:* viveros como uso complementario.
- *Área Integral Mixta (sin restricción de localización):* viveros como uso complementario.
- *Área Integral Mixta (sobre vías de la malla vial arterial):* viveros como uso complementario.
- *Área Integral Mixta (en vías de la malla vial regional e intermunicipal):* viveros como uso complementario.

## **Dimensión Institucional**

En el municipio de Mosquera no existe un ente encargado de la vigilancia de las actividades desarrolladas por los viveros.

## **Dimensión Socio – Económica**

La presencia de viveros en el municipio de Mosquera no presenta mayores inconvenientes para la población mosqueruna, sin embargo la dificultad radica en que a pesar de que existen varios viveros no se tienen una organización definida que dicte parámetros en cuanto organización y procesos de producción y manejo de material vegetal.

## **Compostaje**

A continuación frente al tema de Compostaje en el municipio de Mosquera se presenta una descripción general de su funcionamiento y algunas características importantes de la dimensión técnica, ambiental, legal, institucional y socio-económica.

### **Descripción**

En la actualidad no existe un sistema organizado en torno al tema del compostaje. Existen algunas empresas en el municipio que prestan el servicio de recolección de lavazas y compostaje de residuos orgánicos.

En la actualidad en el departamento de Cundinamarca se cuenta solamente con 13 plantas y bodegas de aprovechamiento que realizan actividades de compostaje (Gobernación de Cundinamarca, 2014).

### **Dimensión Técnica**

No existen definiciones técnicas por ley que indiquen como debe hacerse la instalación y manejo de composteras. El funcionamiento de cada una de estas depende de quien se encargue de la administración.

### **Dimensión Ambiental**

En torno al tema del compostaje existen algunas problemáticas ambientales que se dan también por el hecho de que esta actividad no está organizada ni regulada. Existen inconvenientes por el mal manejo que se le dan a los residuos que se generan durante la operación de las composteras y se le suma el hecho de no contar con un sistema de alcantarillado que conduzca el agua utilizada durante la operación a una central de tratamiento, por el contrario dichas aguas son vertidas directamente a los cuerpos de agua.

Como consecuencia de esta situación se suman otros inconvenientes por emisión de olores y presencia de lixiviados por actividades de riego.

## Dimensión Legal

En lo que respecta a la dimensión legal del compostaje, a continuación se presenta la normatividad legal y vigente aplicable (Sepúlveda, L y Alvarado, J, 2013). Desafortunadamente en el municipio aún no se encuentra regulada la actividad.

NORMA	DESCRIPCIÓN
Ley 1259 de 2009	Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.
Ley 1252 de 2008	Regula dentro del marco de la gestión integrar la protección de la salud humana y el ambiente, lo relacionado con la importación y exportación de residuos peligrosos, su minimización desde la fuente, la producción más limpia; su disposición adecuada, la eliminación responsable de las existencias de estos dentro del país. Así mismo se regula la infraestructura de la que deben ser dotadas las autoridades aduaneras y zonas francas y portuarias.
Ley 1333 de 2009	Establece el nuevo régimen sancionatorio ambiental: • Se incorporan los Principios Ambientales y Constitucionales • Establece un Régimen de responsabilidad objetiva • El daño ambiental se califica como infracción ambiental • Define la función de las medidas preventivas y regula el régimen de las sanciones • Establece los tipos de sanciones • Se crea el Registro Único de Infractores Ambientales-RUIA
Decreto 2676 de 2000	Reglamenta ambiental y sanitariamente, la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares, generados por personas naturales o jurídicas.
Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Decreto 1505 de 2003.	Por el cual se modifican parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos, especialmente lo relacionado con la definición de aprovechamiento, el acatamiento de parte las autoridades municipales al PGIRS, su actualización y la garantía de participación de los Recicladores.
Decreto 1140 de 2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones.
Decreto 838 de 2005	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. (Puntaje selección de sitios).
Decreto 4741 de 2005	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.



Resolución 1096 de 2000	Tiene por objeto señalar los requisitos técnicos que deben cumplir los diseños, las obras y procedimientos correspondientes al Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico y sus actividades complementarias, que adelanten las entidades prestadoras de los servicios públicos municipales de acueducto, alcantarillado y aseo o quien haga sus veces. En el título F de la sección II, presenta las definiciones, criterios de identificación de residuos urbanos, su separación, almacenamiento, recolección, transporte, aprovechamiento, disposición final, criterios de ubicación de instalaciones para el tratamiento y disposición de residuos peligrosos, etc. En el Título J, se dan los criterios y especificaciones para los proyectos de aprovechamiento a nivel rural.
Resolución 1045 de 2003	Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones.
Resolución 601 de 2006	Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
Norma Técnica Colombiana NTC 5167	Por la cual se establecen los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben ser sometidos los productos para la industria agrícola, productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo. Reglamenta los límites actuales para el uso de materiales orgánicos, los parámetros físico químicos de los análisis de las muestras de materia orgánica, los límites máximos de metales y enuncia parámetros para los análisis microbiológicos.
Resolución ICA No. 0015021 Enero de 2003	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia.

### **Dimensión Institucional**

La disposiciones referentes a la actividad del compostaje aún está pendientes por ser incluidas dentro del Plan Integral de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS del municipio, hasta el momento no hay un ente regulador o directrices para la regulación de dicha actividad.

### **Dimensión Socio – Económica**

La principal afectación que genera la actividad del compostaje en el municipio es la inadecua disposición de los residuos generados durante la operación. El no realizar la correcta disposición final ocasiona problemas de salud por generación de vectores sanitarios y de olores. Al no existir normatividad que regule la actividad en el municipio no es posible asegurar que estos sitios se encuentren solo en zonas autorizadas, pueden quedar cerca de zonas urbanas que se ven afectadas por los problemas mencionados anteriormente.

### **4.4 Marco Legal**

El propósito de desarrollar una propuesta de manejo integrado de residuos sólidos requiere un análisis detallado de la normatividad vigente con el fin de minimizar al máximo potenciales problemáticas ambientales y sociales.

De esta forma las normativas ambientales, nacionales y constitucionales vigentes y aplicables se presentan en la tabla 5.

<b>Tabla 5. Normas Aplicables y Vigentes</b>	
<b>1. Constitución Política de Colombia</b>	<p><b>Artículo 79:</b> “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.”</p> <p><b>Artículo 80:</b> “Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados”.</p>
<b>2. Decreto- Ley 2811 de 1974</b>	<p>“Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”. Mediante la cual se declara el ambiente como patrimonio común, y por lo tanto El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, Así mismo se enuncia que toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente sano.</p> <p>En su <b>artículo 38</b> define que dependiendo de la cantidad y calidad de los residuos producidos, quien los produzca estará en obligación de tratarlos o disponer de ellos.</p>
<b>3. Decreto 838 de 2005</b>	<p>Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.</p>
<b>4. Ley 142 de 1994:</b>	<p>“Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones”.</p>
<b>5. Decreto 1713 de 2002</b>	<p>“Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.”</p>

#### 4.5 Conceptos Básicos

A continuación se presenta una serie de conceptos clave que se deben tener en cuenta a la hora de abordar el tema de manejo de residuos sólidos.

- **Relleno sanitario:** técnica de eliminación de residuos sólidos el cual consiste en esparcirlos, acomodarlos y compactarlos al volumen más práctico posible, cubriendo los residuos diariamente con tierra u otro material disponible, contando con drenaje de gases y líquidos lixiviados. (Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente de Honduras – SERNA, 2001)
- **Aprovechamiento en el marco de la gestión integral de residuos sólidos:** Es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos. (Decreto 1503 De 2003).

- **Residuo sólido:** Es 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.
- **Lixiviado:** Líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de los residuos sólidos bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas y/o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación. (Decreto 2981 De 2013)
- **Sistemas de información geográfica – SIG:** Tecnología integradora que une varias disciplinas con el objetivo común del análisis, creación, adquisición, almacenamiento, edición, transformación, visualización y distribución de información geográfica. Goodchild citado por Gómez & Barredo (2005)
- **Sitios de disposición final:** Son sitios elegidos por sus características geomorfológicas para el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente.

## 5. METODOLOGIA

El proyecto desarrollado constituye un aporte metodológico que parte de una etapa descriptiva en donde se caracterizan los elementos clave para conocer el lugar objeto de estudio, para ello se realiza una lluvia de ideas entre las autoras acerca de las variables que debe indagarse y las áreas mínimas a incluirse dentro del Parque tecnológico ambiental – PTA -.

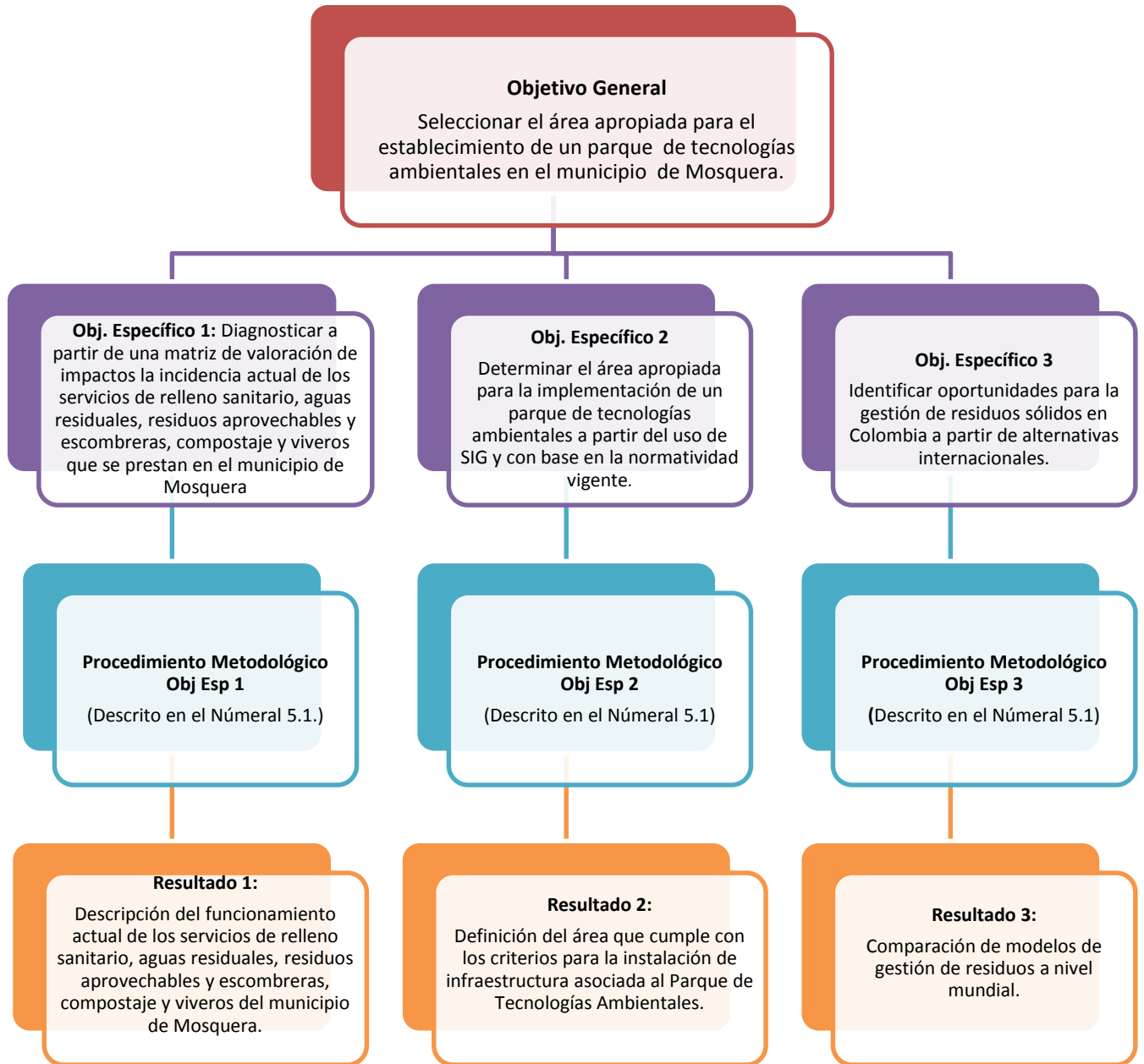
Una vez se definieron cuáles serían las áreas funcionales dentro del PTA, fue necesario conocer el entorno de cada una de ellas, es decir cómo es su funcionamiento actual, bajo qué marco legal se rige, si existen instituciones a cargo de su desarrollo, cuál es la relación con la población que habita el municipio en estudio y si tiene o no influencia en el componente económico. Se verificó si es aplicable o no la descripción de una dimensión técnica que soporte y de fundamento a la actividad que se desarrolla.

Una vez se contó con la información suficiente, se realizó la matriz de valoración de impactos con el fin de establecer cómo se encuentra actualmente el municipio, y si existe o no, la necesidad de invertir en el Parque de tecnologías ambientales. La importancia de cada una de las variables seleccionadas en la matriz de valoración de impactos, se halla mediante la calificación de la naturaleza del impacto, su intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad. En seguida se indica el nivel de vulnerabilidad (moderado, severo, crítico) del lugar en estudio frente a los impactos descritos para establecer en orden de prioridad, cuál puede ser la principal alternativa a incluir en el Parque de Tecnologías Ambientales.

Ya definiendo la necesidad de instalar el PTA se da paso al desarrollo del modelo de Información Geográfico en donde se debe hallar el lugar más acorde con las condiciones ambientales del municipio, verificando frente a la normatividad existente, si existen posibilidades reales de instalar y desarrollar un parque tecnológico a donde lleguen altas cantidades de residuos. Es necesario entonces realizar la cartografía base temática a partir de la cual empezaran a superponerse capas que develen restricciones para la ubicación. Se cuenta con normativa a nivel Colombia que permite calificar las áreas para determinar cuál es la mejor ubicación por lo que debe aplicarse esta metodología y empezar a ubicar las restricciones hasta hallar el área sombreada que si bien tiene un puntaje alto respecto a aptitud, no representa ninguna violación a la normatividad.

Lo anterior lleva inmersos una serie de procesos desarrollados con la herramienta Arcgis, pero el criterio de selección atiende a las decisiones de los autores ya que pueden flexibilizarse factores o hacerse más restrictivos en la medida que se conoce el entorno en que se trabaja. Una vez definida el área, se realizan los cálculos de proyección de población y se establece mediante métodos estadísticos, cuál sería la generación per cápita de residuos (aprovechables, ordinarios, escombros) y esta cantidad, qué tanta área requeriría. Con la información hallada, se verifica si es suficiente con el área más óptima arrojada como resultado del proceso geográfico, en caso de que lo sea se procede con el diseño interno del parque, en caso de que no lo sea, es factible que el autor decida sobre la toma de áreas conexas que cuenten con menores niveles de compatibilidad pero no impliquen transgresión al criterio legal que prevalece especialmente sobre áreas de importancia ecosistémica o altos niveles de riesgo. El proceso no finaliza con la determinación del área y su diseño interno, sino que es necesario verificar cuál sería la posición de Colombia frente a otros países si se implementara este parque de tecnologías, y qué elementos podrían adaptarse de modelos externos para optimizar

el manejo de residuos y generar el menor impacto ambiental. A continuación se presenta un esquema que permite ver el objetivo general y la consecución de este a través de los diferentes objetivos específicos.



## 5.1 Valoración de Impactos Ambientales

A continuación se presenta una breve ficha en donde se observa el objetivo a desarrollar y la caracterización respecto al tipo de información de soporte y el cronograma de actividades planteadas.

<b>Objetivo Específico 1:</b> Diagnosticar a partir de una matriz de valoración de impactos la incidencia actual de los servicios de relleno sanitario, aguas residuales, residuos aprovechables y escombreras, compostaje y viveros que se prestan en el municipio de Mosquera.	
<b>Caracterización</b>	
<i>Tipo de Investigación:</i>	Descriptiva
<i>Población Estadística:</i>	No se realizará muestreo ya que la información es secundaria, no obstante es importante considerar que la población objetivo es la que corresponde a Mosquera y datos generales de los demás municipios que entregan al Relleno Nuevo Mondoñedo.
<i>Recolección de Información:</i>	Búsqueda de Información secundaria, visita de campo al relleno sanitario.
<i>Procesamiento de la Información:</i>	Análisis y comparación de la información secundaria recolectada frente a los hallazgos obtenidos e información primaria.
<i>Cronograma:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actividad 1: Búsqueda y selección de Información primaria relevante.</li> <li>- Actividad 2: Recolección información primaria.</li> <li>- Actividad 3: Contraste y análisis de la información recolectada.</li> <li>- Actividad 4: Selección de alternativas para Colombia</li> </ul>

## 5.2 Determinación de Áreas

A continuación se presenta la ficha para el segundo objetivo relacionado con el uso de SIG en donde se evidencia el grueso del proyecto, indicando las variables y el tipo de información requerida para la consecución de resultados.

De igual forma se indican los principales cálculos a desarrollar y las actividades planteadas para hallar el área en donde puede funcionar el parque de Tecnologías ambientales en el municipio de Mosquera.

<b>Objetivo Específico 2:</b> Determinar el área apropiada para la implementación de un parque de tecnologías ambientales a partir del uso de SIG y con base en la normatividad vigente.	
<b>Caracterización</b>	
<i>Tipo de Investigación:</i>	Estudio de caso
<i>Hipótesis:</i>	Mosquera cuenta con suelo apto para el emplazamiento de un Parque de tecnologías ambientales - PTA.

<p><i>Diseño de Variables/ indicadores:</i></p>	<p><b><u>Etapa I</u></b></p> <p><b>Variable 1</b>  <u>Dependiente:</u> Tamaño del PTA e infraestructura asociada.  <u>Independiente:</u> Población proyectada</p> <p><b>Variable 2</b>  <u>Dependiente:</u> Tamaño del PTA e infraestructura asociada.  <u>Independiente:</u> Cantidad de Residuos generados, proyectados de acuerdo al crecimiento de la población.</p> <p><b><u>Etapa II</u></b></p> <p><u>Dependiente:</u> Aptitud de suelo para soporte de PTA  <u>Independiente:</u> Criterios hidrológicos, accesibilidad vial, perímetro urbano, material de cobertura, condición de suelo, geo-formas y topografía, ocupación actual del área, densidad de población, dirección del viento.</p>
<p><i>Recolección de Información:</i></p>	<p><b><u>Etapa I</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Validación de Censos poblacionales</li> <li>-Información secundaria respecto a generación per cápita de residuos.</li> <li>- Definición del área funcional.</li> </ul> <p><b><u>Etapa II</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Revisión Decreto 838 de 2005</li> <li>-Obtención de planchas para elaboración de cartografía base y mapas temáticos; subsane de vacíos de información: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrología e hidrogeología</li> <li>• Rondas hidráulicas</li> <li>• Corredores de fallas y otras amenazas</li> <li>• Pendientes, relieve</li> <li>• Textura, inestabilidad del suelo</li> <li>• Cobertura vegetal</li> <li>• Usos del suelo</li> <li>• Clasificación del suelo</li> <li>• Accesibilidad – vías</li> <li>• Asentamientos urbanos</li> <li>• Equipamientos</li> <li>• Mapa de dirección del viento</li> <li>• Zonas protegidas</li> <li>• Zonas de expansión urbana</li> </ul> </li> </ul>
<p><i>Procesamiento de la Información:</i></p>	<p><b><u>Etapa I</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Cálculo de la proyección de población</li> <li>-Cálculo de proyección de generación de residuos sólidos.</li> <li>-Cálculo de vida útil del proyecto</li> <li>-Cálculo de superficie de área funcional.</li> </ul> <p><b><u>Etapa II</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Evaluación de la información cartográfica</li> <li>-Implementación del Modelo geográfico: Diseño de tabla de atributos, aplicación de herramientas apropiadas del Arcgis tools.</li> <li>-Matriz de calificación de variables</li> <li>-Determinación de área apta para infraestructura del PTA.</li> </ul>

<i>Cronograma:</i>	<p><b>Etapa I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Actividad 5: Validación de censos poblacionales</li> <li>- Actividad 6: Búsqueda y cálculo de generación de residuos sólidos</li> <li>- Actividad 7: Cálculo vida útil del proyecto</li> <li>- Actividad 8: Cálculo de superficie de área funcional.</li> </ul> <p><b>Etapa II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Actividad 9: Revisión de la normatividad para elaboración de matriz de calificación.</li> <li>- Actividad 10: Elaboración de cartografía base y temática.</li> <li>- Actividad 11: Subsane de información cartográfica.</li> <li>- Actividad 12: Diseño e implementación del Modelo Geográfico.</li> <li>- Actividad 13: Calificación de variables en el área seleccionada</li> <li>- Actividad 14: Delimitación del área seleccionada.</li> </ul>
--------------------	---

### 5.3 Modelos de Manejo de Residuos en el Mundo

Esta última ficha indica el cronograma final a desarrollar para la identificación de alternativas que permitan una gestión de residuos apropiada de acuerdo al nivel de desarrollo del país.

<b>Objetivo Específico 3:</b> Identificar oportunidades para la gestión de residuos sólidos en Colombia a partir de alternativas internacionales.	
<b>Caracterización</b>	
<i>Tipo de Investigación:</i>	Estudio de Caso
<i>Hipótesis</i>	El panorama de gestión de residuos sólidos a nivel mundial brindará posibles alternativas para el manejo de los mismos a nivel nacional.
<i>Recolección de Información:</i>	- Búsqueda de Información secundaria.
<i>Procesamiento de la Información:</i>	- Análisis y comparación de la información secundaria recolectada.
<i>Cronograma:</i>	<p>Actividad 15: Búsqueda y selección de información secundaria relevante.</p> <p>Actividad 16: Contraste y análisis de la información obtenida.</p> <p>Actividad 17: Selección de posibles alternativas para el caso Colombiano.</p>



## 6. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos y referentes a la valoración y evaluación de impactos ambientales en el municipio de Mosquera ocasionados por la disposición de sus residuos en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo, además de un análisis DOFA frente a los impactos evaluados. Así mismo, se presentan los resultados de determinación del área para la instalación del parque de tecnologías ambientales e información relevante de los modelos de manejo de residuos en el mundo.

### 6.1 Valoración de Impactos Ambientales

La elaboración de la matriz permitió identificar los impactos generados en el municipio de Mosquera al no contar con un relleno sanitario o lugar de disposición final de residuos sólidos y por lo tanto tener que disponer su "basura" en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo.

En términos generales los impactos ambientales identificados tienen influencia sobre los siguientes componentes: agua, aire, suelo, paisaje, medio biótico y/o social. Los impactos que se contemplan son los siguientes: (ver tabla 6):

- Contaminación de aguas superficiales y subterráneas
- Contaminación del aire
- Contaminación del suelo y el subsuelo
- Erosión del suelo
- Modificación del uso del suelo
- Incendios
- Afectación al paisaje
- Afectación de ecosistemas acuáticos
- Modificación de vegetación y fauna
- Afectación por olores ofensivos
- Afectación de la población del área de influencia
- Inestabilidad del terreno
- Proliferación de agentes infecciosos
- Enfermedades por vectores sanitarios
- Afectación económica en transacciones de estos bienes (predios)

VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PROYECTO - PARQUE DE TECNOLOGIAS AMBIENTALES EN MOSQUERA																
IDENTIFICACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES				VALORACION DE SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL												CONDICIÓN DE VULNERABILIDAD
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD		ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL											SIGNIFICANCIA TOTAL DEL ASPECTO	
TEMA	COMPONENTE IMPACTADO	DESCRIPCIÓN DEL ASPECTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	NATURALEZA	INTENSIDAD (IN)	EXTENSIÓN (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PE)	REVERSIBILIDAD (RE)	SINERGIA (SI)	ACUMULACIÓN (AC)	EFEECTO (EF)	PERIODICIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (RC)		
RELLENO SANITARIO (NUEVO MONDOÑEDO)	AGUA	Falla en sistema de lixiviados por taponamiento	Contaminación de agua	-1	8	2	2	1	1	2	4	1	2	4	45	Moderada
	AGUA	Infiltración de lixiviados	Contaminación de aguas subterráneas	-1	8	8	2	2	1	4	4	4	3	4	64	Severa
	AIRE	Generación de Olores	Contaminación del aire	-1	8	4	4	4	1	2	4	4	4	4	59	Severa
	AIRE	Generación de Material particulado	Contaminación Atmosférica	-1	4	2	4	4	4	2	4	4	4	4	46	Moderada
	AIRE	Emisión de gases	Contaminación Atmosférica	-1	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	46	Moderada
	AIRE	Acumulación de metano y generación de dioxinas	Incendios	-1	4	8	2	4	2	1	4	4	1	4	50	Moderada
	AIRE	Uso de hornos incineradores	Contaminación atmosférica	-1	4	8	4	4	4	2	4	4	1	4	55	Severa
	SUELO	Infiltración de lixiviados	Contaminación de suelo y subsuelo	-1	8	4	2	2	1	4	4	4	4	4	57	Severa
	SUELO	Alteración de la estabilidad del terreno y taludes	Erosión del suelo	-1	2	1	4	2	1	2	4	1	2	4	28	Moderada

SUELO	Conflicto de usos del suelo	Modificación del uso del suelo	-1	2	1	4	4	4	1	1	1	1	8	32	Moderada
PAISAJE	Modificación geomorfológica	Afectación al paisaje	-1	12	2	4	4	1	2	1	4	4	4	64	Severa
MEDIO BIÓTICO	Alteración de Flora y Fauna de la Laguna	Afectación de ecosistemas acuáticos	-1	4	2	4	4	4	2	4	4	3	8	49	Moderada
MEDIO BIÓTICO	Remoción de capas superficiales del suelo	Modificación de vegetación y fauna	-1	8	1	4	4	1	2	4	4	2	4	51	Severa
SOCIAL	Conflicto con población recuperadora	Afectación a población del área de Influencia	-1	4	2	4	2	1	1	1	1	2	2	30	Moderada
SOCIAL	Generación de Lixiviados	Afectación por olores ofensivos	-1	8	4	4	4	1	4	4	4	4	4	61	Severa
SOCIAL	Presencia de vectores	Afectación a la salud	-1	4	2	4	4	1	2	4	1	2	4	38	Moderada
SOCIAL	Generación de Ruido	Afectación a la salud	-1	4	2	4	4	1	2	4	1	4	4	40	Moderada
SOCIAL	Desvalorización de predios circundantes	Afectación en transacciones económicas de estos bienes	-1	12	4	4	4	4	1	4	4	4	8	77	Crítico

**Tabla 6.** Matriz de Valoración de Impactos Ambientales. **Fuentes:** Autoras, 2016

## Evaluación de impactos ambientales

Una vez identificados los aspectos y los impactos generados por el desarrollo de las actividades o servicios prestados en el municipio, se priorizaron los impactos ambientales de acuerdo a los siguientes criterios (ver tabla 7)

NATURALEZA		INTENSIDAD (IN)	
Impactos positivos	+	Muy baja	1
Impactos negativos	-	Baja	2
		Media	4
		Alta	8
		Muy alta	12
EXTENSION (EX)		MOMENTO(MO)	
(Área de Influencia)		(Período de manifestación)	
Puntual	1	Largo plazo (>5 años)	1
Parcial	2	Mediano plazo (1-5 años)	2
Extensiva	4	Inmediato (< 1 año)	4
General	8	Crítico	(+4)
Crítica	(+8)		
PERSISTENCIA (PE)		REVERSIBILIDAD (RV)	
(Efecto duración)			
Rápido (< 1 año)	1	Reversible	1
Temporario (1-10 años)	2	Irreversible	4
Permanente (>10 años)	4		
SINERGIA (SI)		ACUMULACION (AC)	
(Acumulativo con otros impactos)		(Incremento progresivo)	
Sin sinergia	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativa	4
Muy sinérgico	4		
EFECTO (EF)		PERIODICIDAD (PR)	
(Relación causa-efecto)		(Regularidad de manifestación)	
Indirecto	1	Irregular, discontinuo	1
Directo	4	Periódico	3
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (RC)		IMPORTANCIA (I)	
Inmediata	1	$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RC)$	
Mediano plazo	2		
Mitigable	4		
No recuperable	8		

**Tabla 7.** Criterios de calificación de impactos. Fuente: Autoras, 2016

La valoración de cada uno de estos criterios se realizó así:

- **Naturaleza (N):** los impactos pueden ser positivos (+) o negativos (-).
- **Intensidad (IN):** hace referencia al grado de incidencia de la actividad sobre el componente ambiental que está siendo evaluado, en un rango de (1) a (12), donde este último representa el impacto más intenso.

- **Extensión (EX):** Se refiere al área teórica de influencia del impacto (% del área). Si el impacto está estrechamente ubicado se le asigna (1) punto. Si el impacto tiene una influencia generalizada la calificación es (8), siendo (4) considerado extensivo, y (2) parcialmente extensivo. Si el impacto es puntual pero en un sitio crítico, se asignarán (4) puntos adicionales.
- **Momento (MO):** Se refiere al efecto duradero del impacto. Desde 0 a un año (valor de 4), el efecto duradero del impacto se considera de corto plazo. Si el impacto dura entre 1 y 5 años se considera de mediano plazo, y se le asigna un valor de (2). Los mayores a 5 años son considerados impactos de largo plazo (valor de 1). En el caso de los momentos críticos se pueden agregar otros (4) puntos.
- **Persistencia (PE):** Se refiere al período de tiempo necesario para que el medio ambiente recupere su estado original. Una persistencia inferior a un año se considera mínima y se le asigna el valor (1). Para una persistencia de entre 1 y 10 años, el impacto se considera temporario y se le asigna un valor de (2). Para persistencias mayores a 10 años, los impactos son considerados permanentes y el valor asignado es (4).
- **Reversibilidad (RV):** se refiere a la capacidad del medio ambiente de retornar a su estado original. Cuando el impacto es reversible se le asigna un valor de (1). Si el impacto no es reversible, se asigna un valor de (4).
- **Sinergia (SI):** esta condición existe cuando 2 o más impactos se refuerzan. Cuando una actividad no tiene más de un efecto se la considera no sinérgica y se le asigna el valor de (1). Cuando el efecto causado en un factor afecta a otro factor de una manera moderada, se la considera sinérgica y se le asigna un valor de (2). Si el efecto es altamente sinérgico, se usa el valor de (4).
- **Acumulación (AC):** se refiere a la natura progresiva incremental del impacto. Cuando una actividad no produce efectos acumulativos, se considera simple y se asigna un valor de (1). Si el impacto es considerado acumulativo se usa un valor de (4).
- **Efecto (EF):** se refiere al impacto generado directamente en el componente o medio ambiental. En tal caso se usa un valor de (4) y el efecto es considerado como un impacto directo. Los efectos indirectos reciben un valor de (1).
- **Periodicidad (PR):** se refiere a la frecuencia o regularidad de manifestación del impacto. Si tiene un efecto cíclico o recurrente se lo considera periódico y se le asigna un valor de (2). Los efectos continuos se califican con (4), y los no regulares con (1).
- **Recuperabilidad (RC):** se refiere a la posibilidad de recuperación total o parcial del componente ambiental que es afectado, comparado con la situación de línea de base. Cuando no hay recuperabilidad factible se asigna un valor de (8). Si se puede recuperar inmediatamente se usa el valor de (1). La recuperabilidad de mediano plazo se califica con (2) y si requiere mitigación para recuperarse en el mediano plazo se utiliza un valor de (4).

La valoración de dichos criterios permitió asignar la importancia final de cada impacto de acuerdo a la vulnerabilidad ambiental. El grado de vulnerabilidad se definió de la siguiente manera (ver tabla 8):

- **Vulnerabilidad irrelevante:** cuando la importancia ambiental es inferior a 25;
- **Vulnerabilidad moderada:** cuando la importancia ambiental se encuentra entre 26 y 50;

- **Vulnerabilidad severa:** cuando la importancia se encuentra entre 51 y 75; y
- **Vulnerabilidad crítica:** cuando la importancia ambiental es superior a 76.

Vulnerabilidad	Puntaje	Código
Irrelevante	<25	
Moderada	26-50	
Severa	51-75	
Crítica	>76	

**Tabla 8.** Clasificación y calificación de vulnerabilidad. Fuente: Autoras, 2016

Luego de realizar la valoración de vulnerabilidad de los 18 impactos generados por la disposición de residuos en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo, la *afectación en transacciones económicas de los bienes* se constituye como aquel impacto que representa una vulnerabilidad crítica, otros 7 catalogados con vulnerabilidad severa y los restantes 10 con vulnerabilidad moderada.

### Análisis DOFA

Dada la situación actual del municipio de Mosquera frente al hecho de no contar con un relleno sanitario y realizar la disposición final de sus residuos en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo, se llevó a cabo un análisis de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Dicho análisis se presenta en la siguiente matriz DOFA.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora en la prestación del servicio a partir del año 2006 cuando inicia la disposición de residuos en Nuevo Mondoñedo.</li> <li>• Servicio de recolección y transporte hacia relleno Nuevo Mondoñedo plenamente definido.</li> <li>• Actores y responsabilidades bien establecidos.</li> <li>• Dada la posición geográfica del municipio se presta como un factor para impulsar el desarrollo.</li> <li>• La localización del municipio facilita la conectividad a nivel local y regional.</li> <li>• Lineamientos que condicionan las zonas donde pueden realizarse vertimientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La cobertura del servicio de recolección llega hasta el 90% de la población.</li> <li>• Desaprovechamiento de materiales reciclables.</li> <li>• Inconvenientes de tiempo con el servicio prestado de operación y servicio de barrido.</li> <li>• Gastos de transporte de residuos al relleno sanitario Nuevo Mondoñedo.</li> <li>• Elementos y trabajadores prestadores del servicio insuficientes frente al tamaño del municipio.</li> <li>• Limitaciones técnicas para una disposición final que garantice la reducción de la contaminación.</li> <li>• Dificultades en el recaudo de tarifas e implementación de un sistema tarifario eficiente.</li> <li>• Dificultad en el seguimiento de rendimiento de cuentas del estado de</li> </ul>

	<p>prestación del servicio de aseo y sus programas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incompatibilidad de uso de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio.</li> <li>• Ausencia de servicio de acueducto y alcantarillado en algunas zonas del municipio.</li> </ul>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de capacidad de instalación de un parque tecnológico ambiental que preste el servicio de manejo de residuos sólidos.</li> <li>• Formalización y aprovechamiento de residuos aprovechables.</li> <li>• Aumentar la participación ciudadana en pro de la mejora de la prestación del servicio.</li> <li>• Programas financieros que fomenten la gestión de residuos.</li> <li>• Implementar nuevas metodologías y tecnologías que faciliten la gestión de residuos sólidos y así disminuir los impactos ambientales.</li> <li>• Organizar a los recicladores del municipio.</li> <li>• Promover cultura del reciclaje y separación en la fuente.</li> <li>• Implementación de plan de gestión RESPEL.</li> <li>• Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.</li> <li>• Aprovechamiento de residuos de construcción y demolición.</li> <li>• Formalización de actividades tales como viveros y composteras.</li> <li>• Capacitación y formación de empresas privadas del municipio que prestan el servicio de aseo y que pueden convertirse en aliados para la mejora en la prestación del servicio.</li> <li>• Definición de metas pertinentes tanto para el sector rural como el urbano.</li> <li>• Establecimiento de una nueva planta de tratamiento de aguas residuales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación de los recursos: hídrico, aire, suelo y paisaje.</li> <li>• Contaminación del agua por vertimientos de aguas negras y desechos sólidos.</li> <li>• Afectación de la salud por proliferación de enfermedades.</li> <li>• Residuos catalogados como especiales no son incluidos dentro del servicio de recolección y transporte prestado hacia Nuevo Mondoñedo.</li> <li>• La apertura de nuevos rellenos sanitarios que pueden conducir a mayores niveles de contaminación.</li> </ul>

## 6.2 Determinación de Áreas

La primera etapa para poder determinar el área apta para la instalación del parque tecnológico ambiental implica la proyección poblacional de los habitantes del Municipio de Mosquera a un período de 31 años. Dicha proyección se hace a partir de diferentes métodos: aritmético, exponencial y geométrico.

Adicionalmente se requirió hacer la proyección de generación de residuos sólidos, escombros y de residuos aprovechables, con el fin de determinar las áreas apropiadas para la disposición de los mismos.

### 6.2.1 Criterios demográficos

De acuerdo a la información provista por el Plan de Desarrollo Municipal de Mosquera y con base en los datos suministrados por el censo realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, el Municipio de Mosquera ha presentado los siguientes valores poblaciones para los años 1993, 2005 y 2011 (ver tabla 9)

Año	Población Total
1993	22.250 habitantes
2005	63.237 habitantes
2011	74.654 habitantes

**Tabla 9.** Población de Mosquera de acuerdo a los censos del DANE. Fuente: Autoras, 2016

A partir de estos valores de población total de los años mencionados se procedió a realizar el cálculo de proyección poblacional para un período de 31 años iniciando en el 2016 y terminando en el 2047. Los métodos de proyección empleados fueron: geométrico, exponencial y aritmético. A continuación se hace mención al método de cálculo para cada uno de ellos.

- **Método aritmético**

La fórmula para calcular la población futura es:

$$Pf = Pb + k (tf - tb), \text{ donde}$$

$Pf$  = población futura

$Pb$  = población base o inicial

$k$  = tasa de crecimiento

$$k = \frac{Pob2 - Pob1}{año2 - año1}$$

En la tabla 10 se observan los valores obtenidos para la tasa de crecimiento poblacional en los diferentes años.



AÑO	POBLACIÓN	TASA K
2011	74654	1902.8
2005	63237	3415.6
1993	22250	
<b>Promedio aritmético</b>		2659

**Tabla 10.** Tasa de crecimiento poblacional. Fuente: Autoras, 2016

Después de determinar el valor de k, se desarrolla el método con base en la ecuación presentada para la progresión aritmética y se obtiene el valor para la población futura desde el año 2016 al año 2047 (ver tabla 11).

- **Método exponencial o logarítmico**

Aplicando los datos censales para el municipio de Mosquera, se encontró la proyección poblacional para un período de 31 años utilizando la siguiente fórmula.

$$Pf = Pi * e^{k*(Tf-Ti)}$$

El valor de K se obtuvo de los valores de k entre 1993 y 2005, entre 2005 y 2011 y entre 1993 y 2011, de esta forma se obtuvo el valor promedio de k. Los resultados de proyección poblacional por este método se presentan en la tabla 10.

- **Método geométrico**

Para proyectar la población de Mosquera a 31 años siguiendo este método se empleó la siguiente fórmula:

$$Pf = Pb (1 + r)^t, \text{ donde:}$$

$$r = (P2/P1)^{1/(t2-t1)} - 1$$

La tasa de crecimiento promedio se determinó a partir de la tasa de crecimiento que se dio entre 1993 y 2005, entre 2005 y 2011 y entre 1993 y 2011. Una vez realizados los cálculos se obtuvo la proyección poblacional para los años 2016 a 2047.

De esta forma luego de haber aplicado los cálculos de proyección poblacional a través de los métodos aritmético, exponencial y geométrico se definió una población promedio para el municipio de Mosquera tal y como se muestra en la tabla 11.

POBLACIÓN FINAL (habitantes)				
AÑO	ARITMÉTICO	EXPONENCIAL	GEOMÉTRICO	PROMEDIO POBLACIONAL
2016	87,950	100,772	101,256	96,659
2017	90,609	107,004	107,620	101,744
2018	93,268	113,621	114,384	107,091
2019	95,928	120,646	121,573	112,716
2020	98,587	128,107	129,215	118,636
2021	101,246	136,028	137,336	124,870

2022	103,905	144,440	145,968	131,438
2023	106,565	153,372	155,143	138,360
2024	109,224	162,856	164,894	145,658
2025	111,883	172,926	175,258	153,356
2026	114,542	183,619	186,274	161,478
2027	117,201	194,974	197,982	170,052
2028	119,861	207,030	210,425	179,105
2029	122,520	219,832	223,651	188,668
2030	125,179	233,426	237,708	198,771
2031	127,838	247,860	252,649	209,449
2032	130,497	263,187	268,529	220,738
2033	133,157	279,461	285,407	232,675
2034	135,816	296,742	303,345	245,301
2035	138,475	315,092	322,412	258,659
2036	141,134	334,576	342,676	272,795
2037	143,793	355,265	364,214	287,758
2038	146,453	377,233	387,106	303,597
2039	149,112	400,560	411,437	320,370
2040	151,771	425,329	437,297	338,133
2041	154,430	479,558	464,783	366,257
2042	157,089	479,558	493,996	376,881
2043	159,749	509,212	525,045	398,002
2044	162,408	540,700	558,046	420,384
2045	165,067	574,135	593,120	444,107
2046	167,726	609,637	630,400	469,254
2047	170,386	647,335	670,022	495,914

**Tabla 11.** Proyección poblacional para el municipio de Mosquera. Fuente: Autoras, 2016

## 6.2.2 Proyección generación de desechos

- **Residuos sólidos (relleno sanitario)**

Con el fin de determinar el área requerida para la disposición de residuos sólidos dentro del parque tecnológico ambiental, se hace necesario realizar la proyección de generación de residuos durante un período de 31 años. De modo que sabiendo que la producción per cápita de residuos en el municipio de Mosquera es de 0,86kg/hab/día y considerando los lineamientos dados por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS en el título F referente a los Sistemas de Aseo Urbano, se plantea para el diseño de la celda una altura de 3,30 m.

La estimación de las necesidades volumétricas para la disposición de residuos sólidos durante el período de la operación, se baso en la generación diaria promedio de 0,86kg/hab/día en el municipio y considerando el aumento poblacional dentro del período de 31 años de acuerdo a las proyecciones calculadas anteriormente. Adicionalmente utilizando un peso volumétrico de los residuos sólidos de 400kg/m<sup>3</sup>, se calcularon los volúmenes anuales requeridos para su disposición en el sector de relleno. De igual forma es importante mencionar que en los cálculos se incluyó el valor que corresponde al material

de cobertura vegetal que cubriría los residuos depositados diariamente, dicho valor se calculó como un 20% del volumen de los residuos recién compactados. Los cálculos descritos anteriormente se presentan en la tabla 12.

Año	Generación de Residuos Sólidos			Volumen				
							Anual Acumulado	
	Diaria kg/día	Anual Ton/año	Anual Acumulada Ton	Diario de RS m3/día	Anual de RS m3/año	Anual de MC m3/año	RS M3	RS+MC m3
2016	83,126.74	30,341.26	30,341.26	207.82	75,853.15	15,170.63	75,853.15	91,023.78
2017	87,499.84	31,937.44	62,278.70	218.75	79,843.60	15,968.72	155,696.75	186,836.11
2018	92,098.26	33,615.86	95,894.57	230.25	84,039.66	16,807.93	239,736.42	458,551.08
2019	96,935.76	35,381.55	131,276.12	242.34	88,453.88	17,690.78	328,190.30	393,828.36
2020	102,026.96	37,239.84	168,515.96	255.07	93,099.60	18,619.92	421,289.90	439,909.82
2021	107,388.20	39,196.69	207,712.65	268.47	97,991.73	19,598.35	519,281.63	538,879.98
2022	113,036.68	41,258.39	248,971.04	282.59	103,145.97	20,629.19	622,427.60	643,056.80
2023	118,989.60	43,431.20	292,402.24	297.47	108,578.01	21,715.60	731,005.61	774,436.82
2024	125,265.88	45,722.05	338,124.29	313.16	114,305.12	22,861.02	845,310.73	868,171.75
2025	131,886.16	48,138.45	386,262.74	329.72	120,346.12	24,069.22	965,656.85	989,726.07
2026	138,871.08	50,687.94	436,950.68	347.18	126,719.86	25,343.97	1,092,376.71	1,117,720.68
2027	146,244.72	53,379.32	490,330.01	365.61	133,448.31	26,689.66	1,225,825.02	1,252,514.68
2028	154,030.30	56,221.06	546,551.07	385.08	140,552.65	28,110.53	1,366,377.66	1,394,488.19
2029	162,254.48	59,222.89	605,773.95	405.64	148,057.21	29,611.44	1,395,989.11	1,425,600.55
2030	170,943.06	62,394.22	668,168.17	427.36	155,985.54	31,197.11	1,551,974.65	1,583,171.76
2031	180,126.14	65,746.04	733,914.21	450.32	164,365.10	32,873.02	1,716,339.75	1,749,212.77
2032	189,834.68	69,289.66	803,203.87	474.59	173,224.15	34,644.83	1,889,563.90	1,924,208.73
2033	200,100.50	73,036.68	876,240.55	500.25	182,591.71	36,518.34	2,072,155.60	2,108,673.94
2034	210,958.86	76,999.98	953,240.53	527.40	192,499.96	38,499.99	2,264,655.56	2,303,155.56
2035	222,446.74	81,193.06	1,034,433.59	556.12	202,982.65	40,596.53	2,467,638.21	2,508,234.74
2036	234,603.70	85,630.35	1,120,063.94	586.51	214,075.88	42,815.18	2,681,714.09	2,724,529.27
2037	247,471.88	90,327.24	1,210,391.18	618.68	225,818.09	45,163.62	2,907,532.18	2,952,695.80
2038	261,093.42	95,299.10	1,305,690.28	652.73	238,247.75	47,649.55	3,145,779.93	3,193,429.48
2039	275,518.20	100,564.14	1,406,254.42	688.80	251,410.36	50,282.07	3,397,190.28	3,447,472.36
2040	290,794.38	106,139.95	1,512,394.37	726.99	265,349.87	53,069.97	3,662,540.16	3,715,610.13

2041	314,981.02	114,968.07	1,627,362.44	787.45	287,420.18	57,484.04	3,949,960.34	4,007,444.37
2042	324,117.66	118,302.95	1,745,665.39	810.29	295,757.36	59,151.47	4,245,717.70	4,304,869.17
2043	342,281.72	124,932.83	1,870,598.22	855.70	312,332.07	62,466.41	4,558,049.77	4,620,516.18
2044	361,530.24	131,958.54	2,002,556.75	903.83	329,896.34	65,979.27	4,887,946.11	4,953,925.38
2045	381,932.02	139,405.19	2,141,961.94	954.83	348,512.97	69,702.59	5,236,459.08	5,306,161.68
2046	403,558.44	147,298.83	2,289,260.77	1,008.90	368,247.08	73,649.42	5,604,706.16	5,678,355.57
2047	426,486.04	155,667.40	2,444,928.18	1,066.22	389,168.51	77,833.70	5,993,874.67	6,071,708.37

• **Tabla 12.** *Proyección de residuos sólidos para un período de 31 años en el municipio de Mosquera. Fuente: Autoras, 2016*

○ **Área requerida para disposición de residuos sólidos**

Una vez realizados los cálculos totales de generación de residuos sólidos para un período de 31 años y que se presentan en la tabla 12, se procedió a hacer el cálculo del área requerida para la disposición final de dichos residuos. La definición del área requerida tomó en consideración las condiciones del diseño de la celda, que como se mencionó previamente corresponde a una altura de 3,30 m. De esta forma fue posible determinar el área requerida en metros cuadrados y en hectáreas; para mayor detalle ver tabla 13.

Área requerida para disposición de residuos sólidos		
Relleno sanitario (m2)	Área total (m2)	Área total (ha)
27,582.96	8,274.89	0.83
56,617.00	16,985.10	1.70
138,954.87	41,686.46	4.17
119,341.93	35,802.58	3.58
133,306.01	39,991.80	4.00
163,296.96	48,989.09	4.90
194,865.70	58,459.71	5.85
234,677.82	70,403.35	7.04
263,082.35	78,924.70	7.89
299,916.99	89,975.10	9.00
338,703.24	101,610.97	10.16
379,549.90	113,864.97	11.39
422,572.18	126,771.65	12.68
432,000.17	129,600.05	12.96
479,749.02	143,924.71	14.39
530,064.48	159,019.34	15.90
583,093.55	174,928.07	17.49
638,992.10	191,697.63	19.17
697,925.93	209,377.78	20.94
760,071.13	228,021.34	22.80
825,614.93	247,684.48	24.77
894,756.30	268,426.89	26.84
967,705.90	290,311.77	29.03
1,044,688.59	313,406.58	31.34
1,125,942.46	337,782.74	33.78
1,214,377.08	364,313.12	36.43
1,304,505.81	391,351.74	39.14
1,400,156.42	420,046.93	42.00
1,501,189.51	450,356.85	45.04
1,607,927.78	482,378.33	48.24
1,720,713.81	516,214.14	51.62
1,839,911.63	551,973.49	<b>55.20</b>

**Tabla 13.** Área requerida para disposición de residuos sólidos. Fuente: Autoras, 2016

De esta forma se determinó que el área requerida para la disposición de residuos sólidos para un periodo de 31 años es de 55.20 ha.

- **Escombros**

De acuerdo a los cálculos de proyección poblacional y teniendo en cuenta que la clasificación de residuos para el municipio de Mosquera ubica a los escombros dentro de la categoría *otros* y con un valor correspondiente al 25.38%, se realizó la estimación de generación de escombros para el período de 31 años que se presenta en la tabla 14.

Año	Población	RS totales diarios kg/día	Escombros diarios kg/día	Escombros m <sup>3</sup> /día	Escombros m <sup>3</sup> /semana	Escombros m <sup>3</sup> /mes	Escombros m <sup>3</sup> /año	Acumulado escombros anual (m <sup>3</sup> )
2016	96,659	83,126.74	21,097.57	52.74	369.21	1,582.32	19,251.53	19,251.53
2017	101,744	87,499.84	22,207.46	55.52	388.63	1,665.56	20,264.31	39,515.84
2018	107,091	92,098.26	23,374.54	58.44	409.05	1,753.09	21,329.27	60,845.10
2019	112,716	96,935.76	24,602.30	61.51	430.54	1,845.17	22,449.59	83,294.70
2020	118,636	102,026.96	25,894.44	64.74	453.15	1,942.08	23,628.68	106,923.38
2021	124,870	107,388.20	27,255.13	68.14	476.96	2,044.13	24,870.30	131,793.68
2022	131,438	113,036.68	28,688.71	71.72	502.05	2,151.65	26,178.45	157,972.13
2023	138,360	118,989.60	30,199.56	75.50	528.49	2,264.97	27,557.10	185,529.22
2024	145,658	125,265.88	31,792.48	79.48	556.37	2,384.44	29,010.64	214,539.86
2025	153,356	131,886.16	33,472.71	83.68	585.77	2,510.45	30,543.85	245,083.71
2026	161,478	138,871.08	35,245.48	88.11	616.80	2,643.41	32,161.50	277,245.21
2027	170,052	146,244.72	37,116.91	92.79	649.55	2,783.77	33,869.18	311,114.39
2028	179,105	154,030.30	39,092.89	97.73	684.13	2,931.97	35,672.26	346,786.65
2029	188,668	162,254.48	41,180.19	102.95	720.65	3,088.51	37,576.92	384,363.57
2030	198,771	170,943.06	43,385.35	108.46	759.24	3,253.90	39,589.13	423,952.70
2031	209,449	180,126.14	45,716.01	114.29	800.03	3,428.70	41,715.86	465,668.57
2032	220,738	189,834.68	48,180.04	120.45	843.15	3,613.50	43,964.29	509,632.85
2033	232,675	200,100.50	50,785.51	126.96	888.75	3,808.91	46,341.78	555,974.63
2034	245,301	210,958.86	53,541.36	133.85	936.97	4,015.60	48,856.49	604,831.12
2035	258,659	222,446.74	56,456.98	141.14	988.00	4,234.27	51,517.00	656,348.12
2036	272,795	234,603.70	59,542.42	148.86	1,041.99	4,465.68	54,332.46	710,680.57
2037	287,758	247,471.88	62,808.36	157.02	1,099.15	4,710.63	57,312.63	767,993.20
2038	303,597	261,093.42	66,265.51	165.66	1,159.65	4,969.91	60,467.28	828,460.48
2039	320,370	275,518.20	69,926.52	174.82	1,223.71	5,244.49	63,807.95	892,268.43
2040	338,133	290,794.38	73,803.61	184.51	1,291.56	5,535.27	67,345.80	959,614.23
2041	366,257	314,981.02	79,942.18	199.86	1,398.99	5,995.66	72,947.24	1,032,561.47
2042	376,881	324,117.66	82,261.06	205.65	1,439.57	6,169.58	75,063.22	1,107,624.69



2043	398,002	342,281.72	86,871.10	217.18	1,520.24	6,515.33	79,269.88	1,186,894.57
2044	420,384	361,530.24	91,756.37	229.39	1,605.74	6,881.73	83,727.69	1,270,622.26
2045	444,107	381,932.02	96,934.35	242.34	1,696.35	7,270.08	88,452.59	1,359,074.85
2046	469,254	403,558.44	102,423.13	256.06	1,792.40	7,681.73	93,461.11	1,452,535.96
2047	495,914	426,486.04	108,242.16	270.61	1,894.24	8,118.16	98,770.97	1,551,306.93

**Tabla 14.** *Proyección de generación de escombros para un período de 31 años en el municipio de Mosquera. Fuente: Autoras, 2016*

- **Área requerida para la disposición de escombros**

Una vez conocido el valor total de generación de escombros para un período de 31 años, se realizó el cálculo del área requerida para la disposición final de dichos residuos. Para la disposición final de los escombros se define de igual forma un diseño de celda con una altura de 3,30m y un factor de aumento del 30%, de tal forma que sea posible estimar el área requerida en metros cuadrados y en hectáreas, la información correspondiente se presenta en la tabla 15.

<b>Área requerida para la disposición de escombros</b>		
<b>Escombros m2</b>	<b>Área total m2</b>	<b>Área total ha</b>
5,833.80	1,750.14	0.18
11,974.50	3,592.35	0.36
20,281.70	6,084.51	0.61
27,764.90	8,329.47	0.83
35,641.13	10,692.34	1.07
43,931.23	13,179.37	1.32
52,657.38	15,797.21	1.58
61,843.07	18,552.92	1.86
71,513.29	21,453.99	2.15
81,694.57	24,508.37	2.45
92,415.07	27,724.52	2.77
103,704.80	31,111.44	3.11
115,595.55	34,678.67	3.47
128,121.19	38,436.36	3.84
141,317.57	42,395.27	4.24
155,222.86	46,566.86	4.66
169,877.62	50,963.29	5.10
185,324.88	55,597.46	5.56
201,610.37	60,483.11	6.05
218,782.71	65,634.81	6.56
236,893.52	71,068.06	7.11
255,997.73	76,799.32	7.68
276,153.49	82,846.05	8.28
297,422.81	89,226.84	8.92
319,871.41	95,961.42	9.60
344,187.16	103,256.15	10.33
369,208.23	110,762.47	11.08
395,631.52	118,689.46	11.87
423,540.75	127,062.23	12.71
453,024.95	135,907.49	13.59
484,178.65	145,253.60	14.53
517,102.31	155,130.69	15.51

**Tabla 15.** Área requerida para disposición de escombros. Fuente: Autoras, 2016

Así, el área requerida para la disposición de escombros al cabo de 31 años es de 15.51 ha.

- **Residuos aprovechables**

A partir de los datos de proyección poblacional y con base en la caracterización de residuos que brinda el PGIRS de Mosquera (ver tabla 16), se proyectó el volumen máximo de residuos que pueden ser recuperados anualmente y que en total se recuperarán al año 2047 (ver tabla 17).

COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS APROVECHABLES						
TIPO	PAPEL	CARTON	PLÁSTICO	TEXTIL	METAL	VIDRIO
CANTIDAD (ton/día)	0.78	0.57	2.91	1.39	0.32	0.7
%	3.01	2.15	11	5.25	1.23	2.64

**Tabla 16.** Composición de los residuos aprovechables. **Fuente:** tomado y adaptado del PGIRS Mosquera 2005-2020

Año	Población	RS totales diarios kg/día	RA diarios kg/día	RA m <sup>3</sup> /día	RA m <sup>3</sup> /semana	RA m <sup>3</sup> /año	Acumulado RA m <sup>3</sup> /año
2016	96,659	83,126.74	21,014.44	52.54	367.75	19,175.68	19,175.68
2017	101,744	87,499.84	22,119.96	55.30	387.10	20,184.46	39,360.14
2018	107,091	92,098.26	23,282.44	58.21	407.44	21,245.23	60,605.37
2019	112,716	96,935.76	24,505.36	61.26	428.84	22,361.14	82,966.51
2020	118,636	102,026.96	25,792.42	64.48	451.37	23,535.58	106,502.09
2021	124,870	107,388.20	27,147.74	67.87	475.09	24,772.31	131,274.40
2022	131,438	113,036.68	28,575.67	71.44	500.07	26,075.30	157,349.70
2023	138,360	118,989.60	30,080.57	75.20	526.41	27,448.52	184,798.22
2024	145,658	125,265.88	31,667.21	79.17	554.18	28,896.33	213,694.55
2025	153,356	131,886.16	33,340.82	83.35	583.46	30,423.50	244,118.05
2026	161,478	138,871.08	35,106.61	87.77	614.37	32,034.78	276,152.83
2027	170,052	146,244.72	36,970.67	92.43	646.99	33,735.73	309,888.56
2028	179,105	154,030.30	38,938.86	97.35	681.43	35,531.71	345,420.27
2029	188,668	162,254.48	41,017.93	102.54	717.81	37,428.86	382,849.14
2030	198,771	170,943.06	43,214.41	108.04	756.25	39,433.15	422,282.28
2031	209,449	180,126.14	45,535.89	113.84	796.88	41,551.50	463,833.78
2032	220,738	189,834.68	47,990.21	119.98	839.83	43,791.06	507,624.84
2033	232,675	200,100.50	50,585.41	126.46	885.24	46,159.18	553,784.03
2034	245,301	210,958.86	53,330.40	133.33	933.28	48,663.99	602,448.02
2035	258,659	222,446.74	56,234.54	140.59	984.10	51,314.01	653,762.03
2036	272,795	234,603.70	59,307.82	148.27	1,037.89	54,118.38	707,880.41
2037	287,758	247,471.88	62,560.89	156.40	1,094.82	57,086.81	764,967.23
2038	303,597	261,093.42	66,004.42	165.01	1,155.08	60,229.03	825,196.26
2039	320,370	275,518.20	69,651.00	174.13	1,218.89	63,556.54	888,752.79
2040	338,133	290,794.38	73,512.82	183.78	1,286.47	67,080.45	955,833.24
2041	366,257	314,981.02	79,627.20	199.07	1,393.48	72,659.82	1,028,493.06
2042	376,881	324,117.66	81,936.94	204.84	1,433.90	74,767.46	1,103,260.53
2043	398,002	342,281.72	86,528.82	216.32	1,514.25	78,957.55	1,182,218.07
2044	420,384	361,530.24	91,394.84	228.49	1,599.41	83,397.80	1,265,615.87
2045	444,107	381,932.02	96,552.41	241.38	1,689.67	88,104.08	1,353,719.95
2046	469,254	403,558.44	102,019.57	255.05	1,785.34	93,092.86	1,446,812.81
2047	495,914	426,486.04	107,815.67	269.54	1,886.77	98,381.80	1,545,194.61

**Tabla 17.** Proyección de residuos aprovechables para un periodo de 31 años en el municipio de Mosquera.

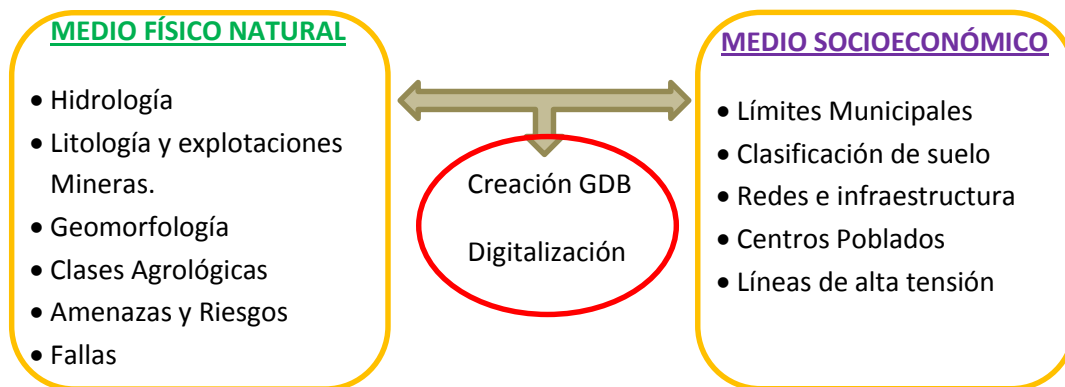
Fuente: Autoras, 2016

### 6.2.3 Criterios geográficos

- **Protocolo selección de área**

Con el propósito de seleccionar el área más apropiada para la instalación del parque de tecnologías ambientales, se hace necesario desarrollar un protocolo que permita visualizar criterios ambientales, legales, sociales y económicos relevantes a la hora de definir esta ubicación geográfica. Para ello se decide la siguiente metodología con la herramienta Arcgis:

1. **Mapas de entrada:** Hace referencia a la cartografía base o temática en donde se realiza un análisis del medio físico natural y el derivado de la estructura socio económica de la zona en estudio. Para esto es necesaria la recolección de planchas de fuentes como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC –, Estudio de suelos, y Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Mosquera.



A continuación se observa el resultado gráfico de la digitalización y elaboración de los mapas de entrada:

Indica la presencia de cuerpos de agua lénticos, drenajes principales ubicados hacia la zona montañosa (occidental) y los Ríos principales que atraviesan la zona:

- Río Balsillas
- Río Bogotá
- Río Bojacá
- Río Serrezuela

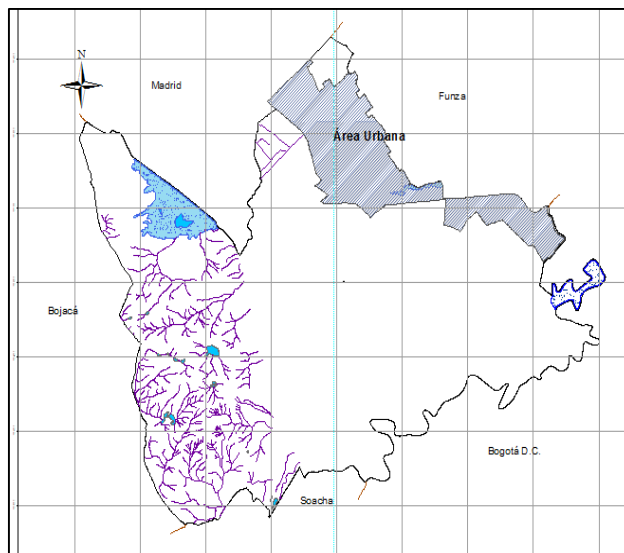


Imagen 4. Mapa Hidrológico

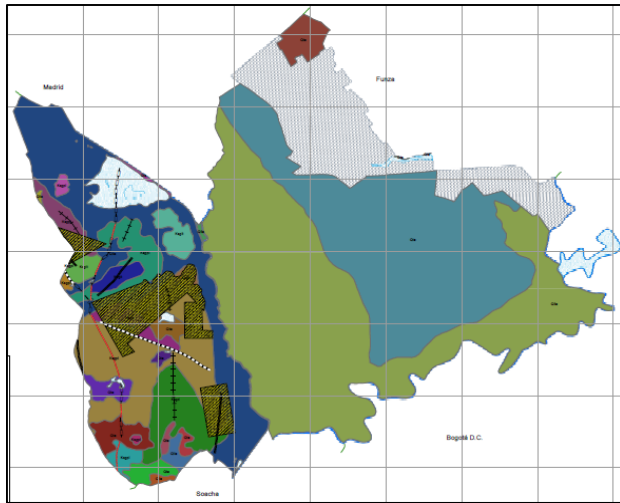


Imagen 5. Mapa Litológico y explotaciones Mineras

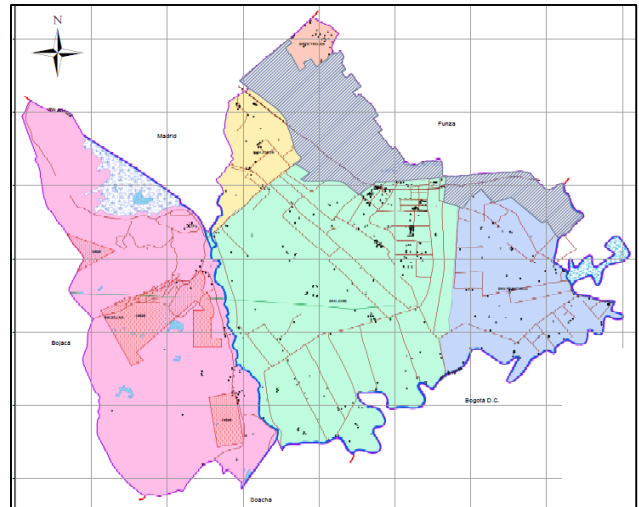


Imagen 6. Mapa Redes e Infraestructura

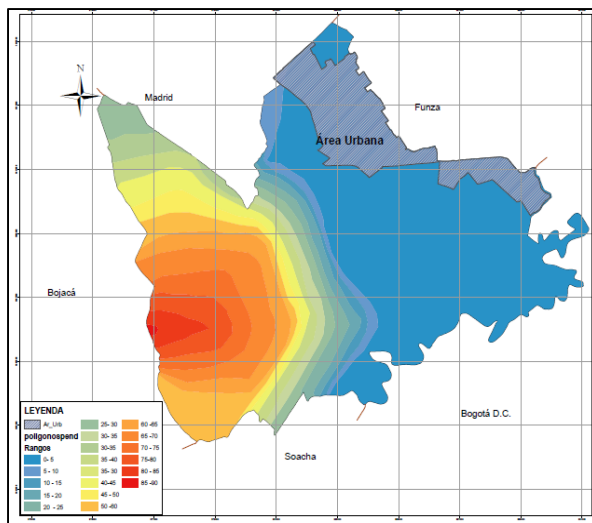


Imagen 7. Mapa de Pendientes

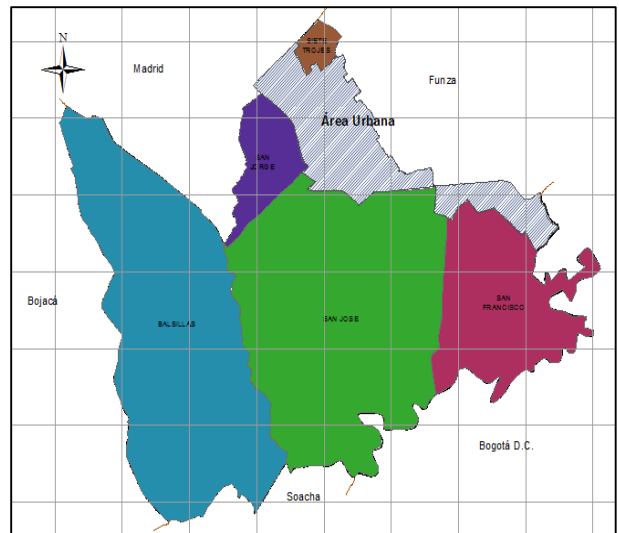


Imagen 8. Mapa División Político Administrativa

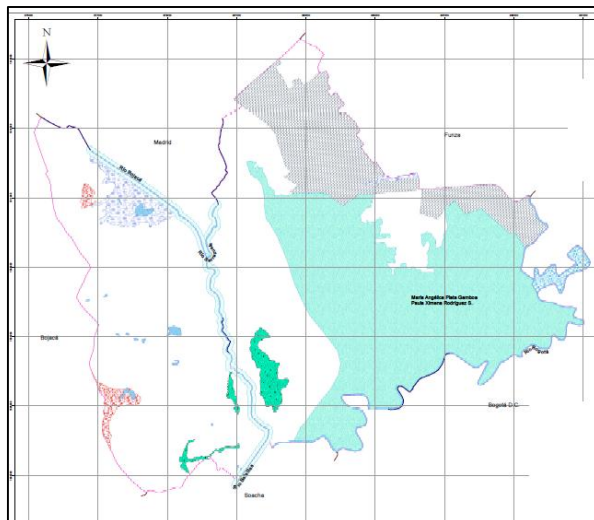
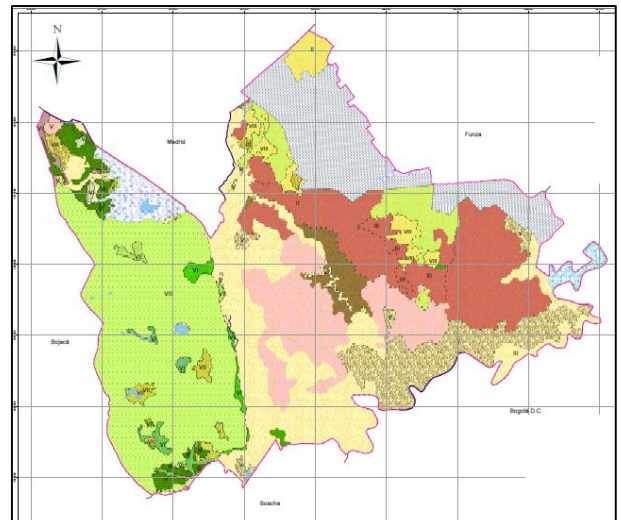


Imagen 9. Mapa Amenazas



70 Imagen 10. Mapa Clases Agrológicas

Una vez se realiza el Mapa de división político administrativa, es importante conocer la densidad de las áreas ya que será un criterio a evaluar más adelante; conociendo el área de cada vereda y la cantidad de habitantes, se halla:

<i>Vereda</i>	<i>Habitantes</i>	<i>Área / ha</i>	<i>Densidad/ hab-ha</i>
Balsillas	117	3598,36	0,03
San jose	290	3785,50	0,08
Siete Trojes	555	114,28	4,86
san Jorge	90	471,38	0,19
San Francisco	173	1459,68	0,12

Tabla 18. Cálculo de densidad

- **Ponderación de áreas**

Una vez se cuenta con los mapas de entrada, se revisa la normatividad para establecer criterios en donde se ponderen áreas y a mayor puntaje obtenido, se podrá determinar el grado de aptitud para el emplazamiento de un relleno sanitario y escombrera de la siguiente forma:

- ✓ **Relleno sanitario**

Frente al tema de relleno sanitario el Decreto 838 de 2005 define los criterios y metodología de evaluación para la selección de las áreas destinadas a prestar dicho servicio. A continuación se presentan los siguientes criterios y su correspondiente calificación:

<b>Clasificación del Suelo</b>	<b>Puntaje</b>
Suelo rural	80
Suelo Suburbano	40
Suelo urbano	20
Otros suelos de protección	0

<b>Pendiente de la vía</b>	<b>Puntaje</b>
0 - 45	40
46 - 60	30
61 - 70	20
71 - 80	10
> 80	0

Densidad poblacional en el área (hab/ha)	Puntaje
0 - 2 hab/ha	40
2.1 - 4 hab/ha	20
4,1 - 5 hab/ha	0

Condiciones de la vía de acceso	Puntaje
Pavimentada	20
Afirmado	12
Carreteable	8
Trocha/no existe	0

Distancia con el perímetro urbano	Puntaje
0 – 5 Km	140
5 – 7 Km	100
7 – 9 Km	60
9 – 12 Km	20

Dirección de los vientos	Puntaje
En sentido contrario al casco urbano más cercano	40
En sentido del casco urbano más cercano	0

Distancias a cuerpos hídricos (m)	Puntaje
> 2000 m	60
1000 - 2000 m	40
500 - 999 m	20
50 - 499 m	10
< 50 m	0

✓ **Escombreras**

El manual de criterios generales para la construcción y operación de Escombreras define los criterios específicos a tener en cuenta para la selección del sitio de acuerdo a reglamentaciones locales, la calidad de suelos, las características topográficas, los recursos hídricos superficiales, los recursos hidro-geológicos y las obras de destino final de la escombrera. Cada uno de los criterios tiene una calificación dentro de una escala de 0 a 1.000, a continuación se señala cada uno de ellos:



- **Uso actual de la tierra:**

Uso actual de la tierra	Puntaje
Zonas de explotaciones mineras antigua a cielo abierto sin procesos de recuperación	150
Zonas degradadas con alta erosión y procesos de carcavamiento	130
Zonas actuales de explotación minera a cielo abierto	100
Zonas con suelo de bajo rendimiento agropecuario o degradadas por uso intensivo	80
Zonas inundables o bajos de sabana, siempre y cuando no se afecten ecosistemas existentes	60
Zonas no degradadas sin ningún uso	40
Zonas no degradadas con uso agropecuario bajo o esporádico	20

- **Distancia:** puntaje máximo 300 puntos. Se refiere a la distancia que existe entre el centroide de los sitios de generación de escombros y el lugar de la escombrera. Se establecerá una distancia sobre un radio de acción que sea conveniente desde el punto de vista técnico y económico. Si el sitio está a una distancia mayor o igual a la determinada su puntaje será 0. En la medida en que el sitio se encuentra dentro del radio de acción, su puntaje será mayor proporcionalmente.
- **Condiciones hidrogeomecánicas:** dentro de este criterio se pueden medir dos indicadores así:
  - corrientes, drenajes, cuerpos de aguas superficiales y subterráneos existentes en el área (puntaje máximo 30 puntos). El mayor puntaje se adjudicará a zonas donde el componente hídrico no exista y los niveles freáticos sean profundos.
  - Capacidad portante del terreno (puntaje máximo 10 puntos), los terrenos con mayor capacidad portante, de los sitios identificados inicialmente, tendrán el máximo puntaje.

- ✓ **Planta de compostaje**

Para el diseño de la planta de compostaje es importante considerar elementos tales como vías, dirección de los vientos, cercanía a las viviendas, topografía y sanidad (Corantioquia, 2012)

- **Vías**

Número de vías de acceso	Puntaje
2 o más vías	20
Una vía	8
No hay vías	0

- **Dirección de los vientos**

Dirección de los vientos	Puntaje
Desde la comunidad hacia el sitio establecido	100
Desde el sitio establecido hacia la comunidad	0

- **Cercanía a las viviendas**

Cercanía a las vivienda	Puntaje
Distancia > 500m	100
Distancia entre 250 a 459m	50
Distancia entre 0 y 249m	0

- **Topografía**

Pendiente del terreno	Puntaje
5.1% y mayores	12
3.1% a 5%	8
0% a 3%	0

- **Sanidad**

Servicios públicos	Puntaje
Acceso a todos los servicios públicos	20
Acceso a algunos servicios públicos	10
Sin acceso a servicios públicos	0

- ✓ **Vivero**

Los criterios para el establecimiento del vivero incluyen el suministro de agua, topografía, calidad del drenaje y textura del suelo. El terreno debe tener pendiente suave, para facilitar su establecimiento (Delgado, 2013).

- **Suministro de agua**

Suministro de agua	Puntaje
Suministro de agua	20
Sin suministro de agua	0

- **Topografía**

Pendiente del terreno	Puntaje
5.1% y mayores	12
3.1% a 5%	8
0% a 3%	0

- **Drenaje**

Drenaje	Puntaje
Buen drenaje	12
Poco drenaje	8
Sin drenaje	0

- **Textura del suelo**

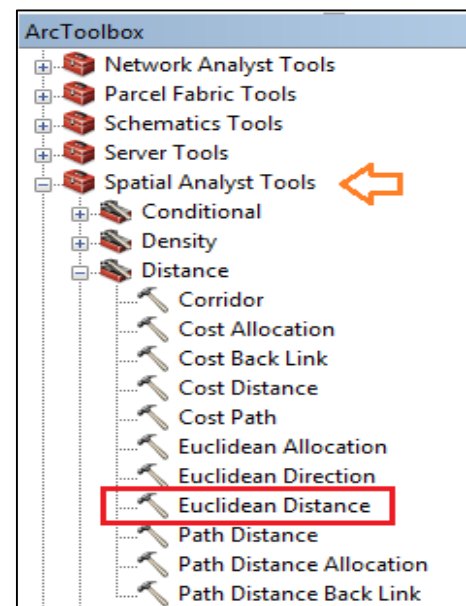
Textura del suelo	Puntaje
Franco-arenosa	12
Arcillosos y pedregosos	0

- **Espacialización de puntajes**

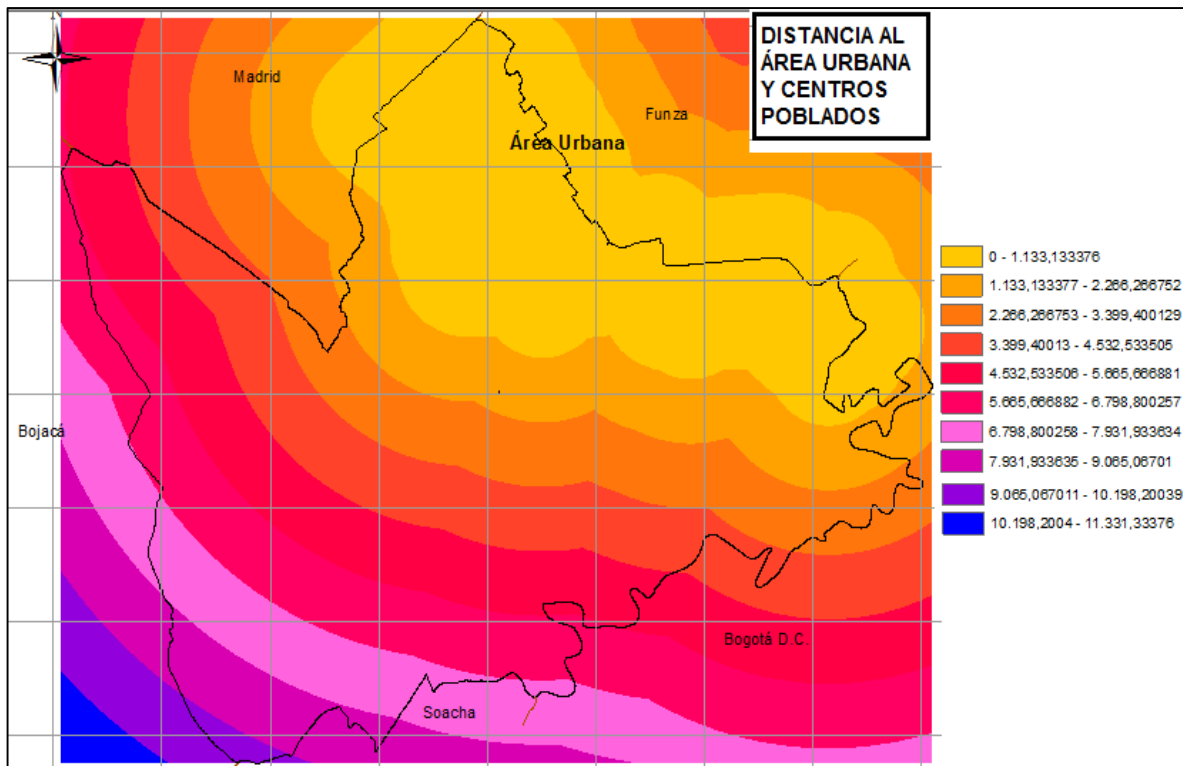
Una vez se cuenta con la forma de calificación de aptitud de terrenos, es necesario llevar a cabo los siguientes procesos geográficos:

- *Rasterización de capas a emplear:* Esto con el fin de manejar información diferente a formato vector y que permita agrupar celdas con características similares (píxeles).
- *Análisis Espacial:* Mediante la herramienta “Distancia Euclidiana” se van a definir los rangos de proximidad entre determinadas entidades y su entorno.

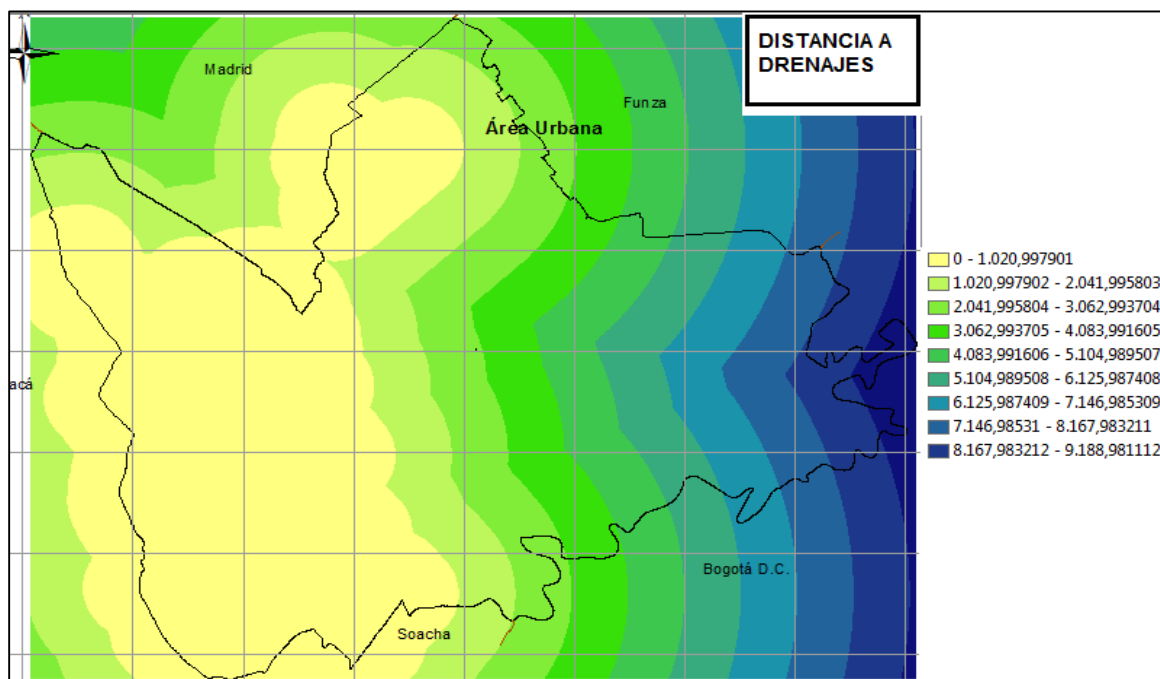
Se obtienen las siguientes salidas gráficas.



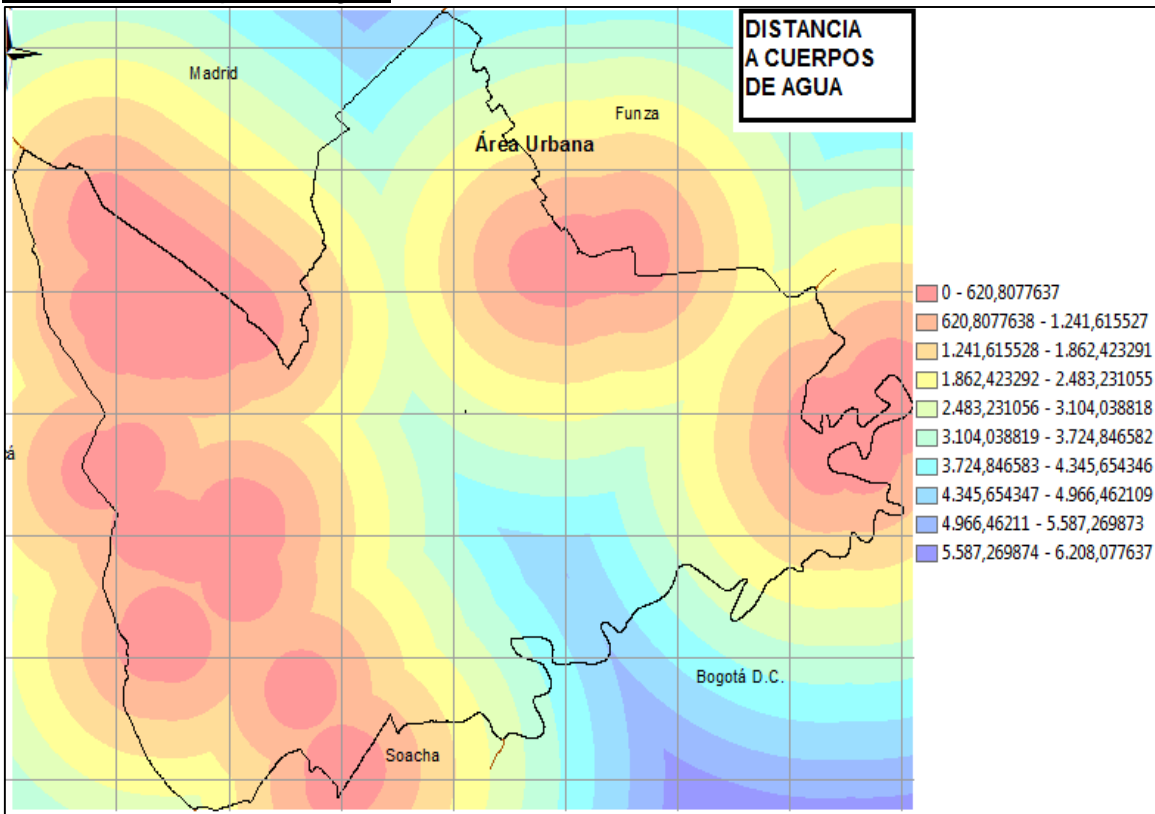
Distancia al área urbana y centros poblados: el rango varía desde amarillo, para zonas más cercanas a estas áreas, hasta color morado y azul para las zonas más alejadas dentro del área de influencia definida.



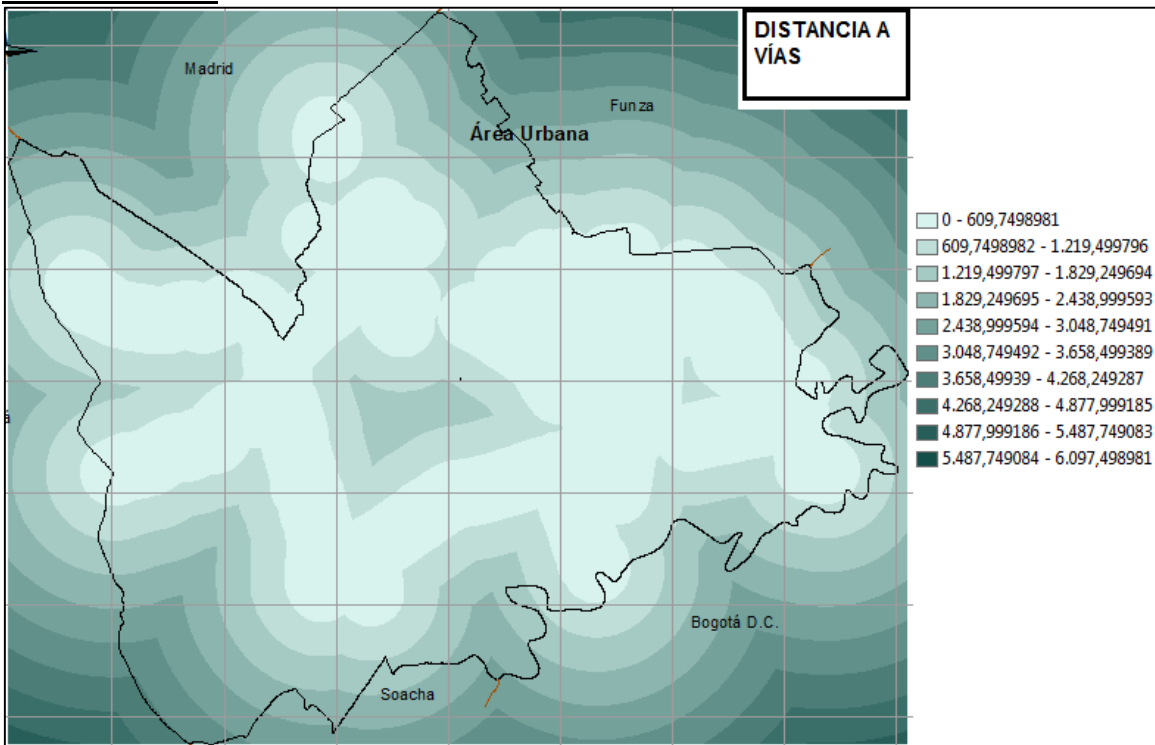
Distancia a drenajes:



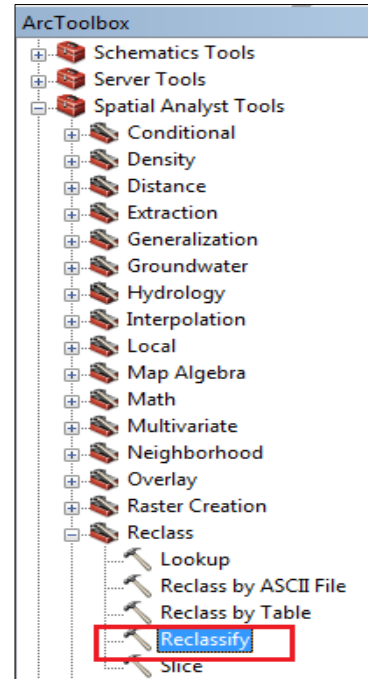
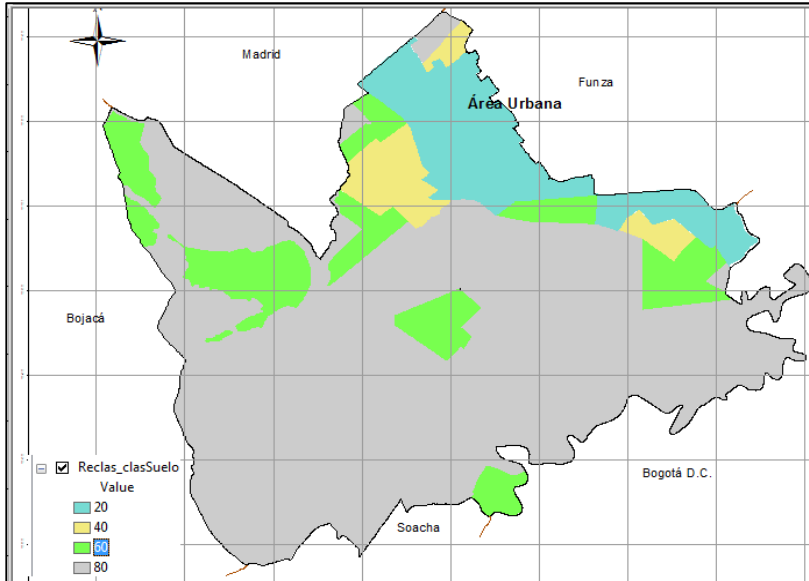
*Distancia a cuerpos de agua:*



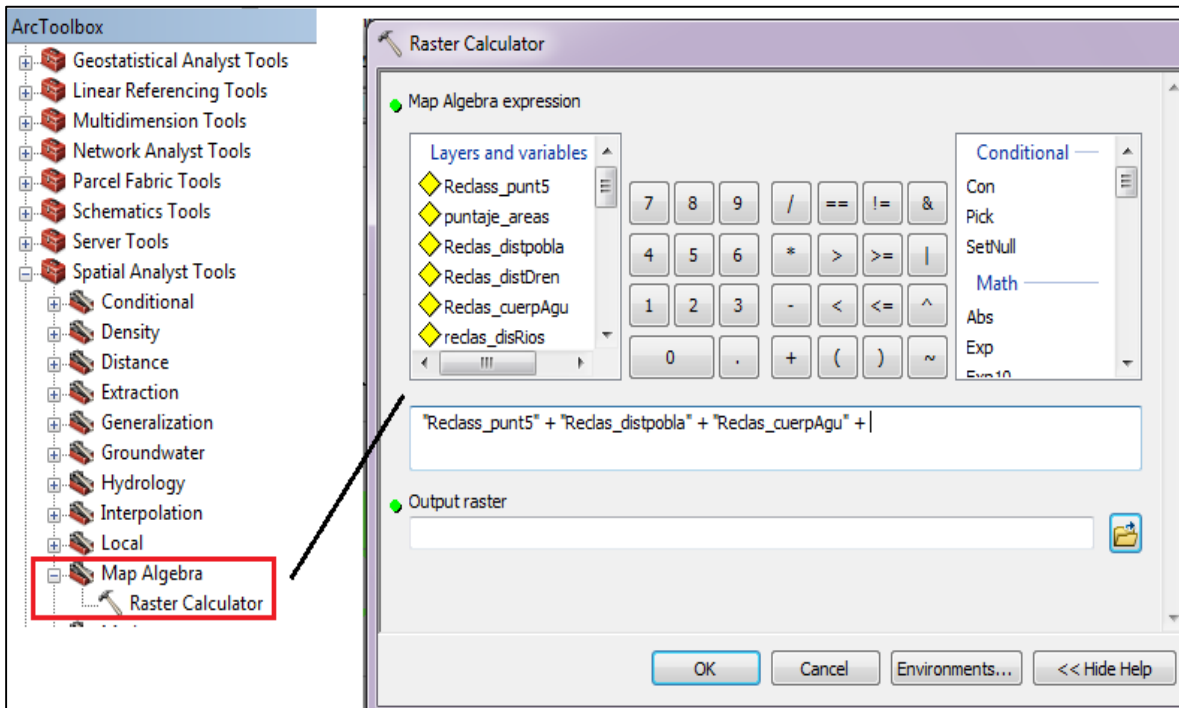
*Distancia a vías:*



Una vez se cuenta con las distancias Euclidianas, se debe llevar a cabo una reclasificación en donde, de acuerdo a los puntajes establecidos, se asigna a cada rango de distancia el valor respectivo entre 0 y 140.



Una vez se tienen las áreas reclasificadas, se emplea la herramienta Algebra para pedirle al programa que sume los valores asignados y de esta forma hallar el área más óptima.



De esa suma se obtiene finalmente el mapa en donde la gama de colores va a definir las áreas con mayor y menor ponderación, siendo el color rojo, el que representa aquellos lugares con mejores condiciones de aptitud.

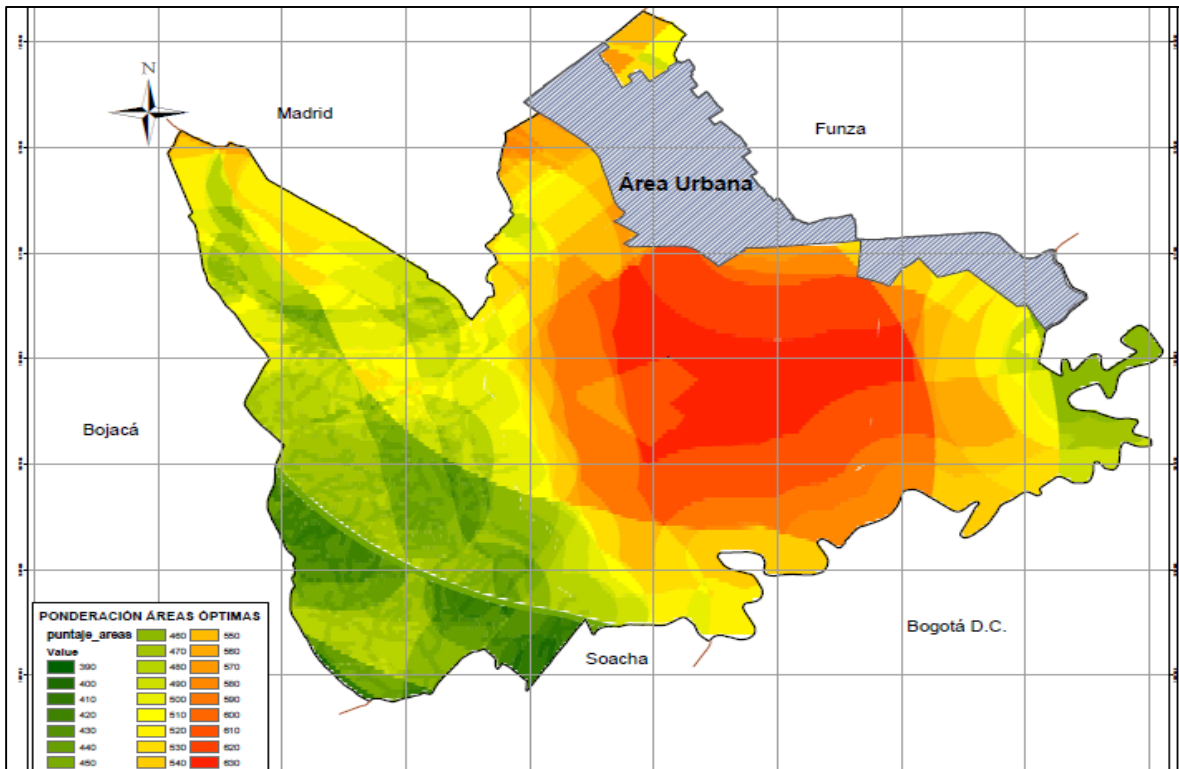


Imagen 11. Mapa de Ponderación de Áreas.

- **Áreas de exclusión**

Una vez se cuenta con las áreas que por condiciones definidas, se podrían clasificar como factibles para ubicar el parque de Tecnologías Ambientales, es necesario revisar si se cuenta con restricciones de tipo ambiental o legal que pudieran limitar la ubicación seleccionada, para ello se realiza la comparación de áreas respecto a normatividad existente, hallando los siguientes criterios:

DECRETO 3600 DE 2007		
No.	Variable	Descripción
1.	Áreas de conservación y protección ambiental	
1.1.	Áreas forestales protectoras - productoras	Suelo de protección y conservación del medio ambiente y los recursos Naturales
1.2.	Áreas de especial importancia ecosistémica	
1.2.1.	Cuerpos de Agua	30 metros para los cauces dendríticos

1.2.2.	Zona de Ronda cuerpos de agua	
2. Áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de los recursos Naturales		
2.1.	Clases Agrológicas I, II	Destinadas a la seguridad alimentaria
2.2.	Clases Agrológicas VII, VIII	Uso para fines paisajísticos, recreacionales y de conservación

LEY 1228 DE 2008		
No.	Variable	Descripción
3. Vías		
3.1.	Vías de primer orden	60 metros
3.2.	Vías de segundo orden	45 metros
3.3.	Vías de Tercer Orden	30 metros

OTRAS FUENTES		
No.	Variable	Descripción
4. Amenazas y riesgos		
4.1.	Líneas de Alta tensión	Guía práctica de seguridad de CODENSA. Con base en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - <i>RETIE</i> - indica que en zonas rurales el mínimo aislamiento debe ser de <b>30m</b> y en urbanas de 5 a 10 m.
5. Estructuras públicas		
5.1.	Tanques elevados y PTAR Municipal	Esta infraestructura debe incluirse como área de exclusión ya que presta actualmente un servicio a la población y para esto se han llevado a cabo inversiones importantes, por lo que no deben intervenir.
6. Unidades de planificación I		
6.1.	Centros Poblados	Se determina la necesidad de conceder un aislamiento a esta área con el fin de minimizar las perturbaciones por olores ofensivos especialmente. Se determina 1 km de distancia alrededor del área objeto considerando una baja velocidad del viento, en promedio de 4 Km/h y que la dirección del viento en este municipio se encuentra en contra de la ubicación de centros poblados. Por lo que en caso de que haya un cambio brusco de dirección, representaría un esfuerzo el movimiento de masas que los olores terminarían dispersándose verticalmente más que de forma horizontal.



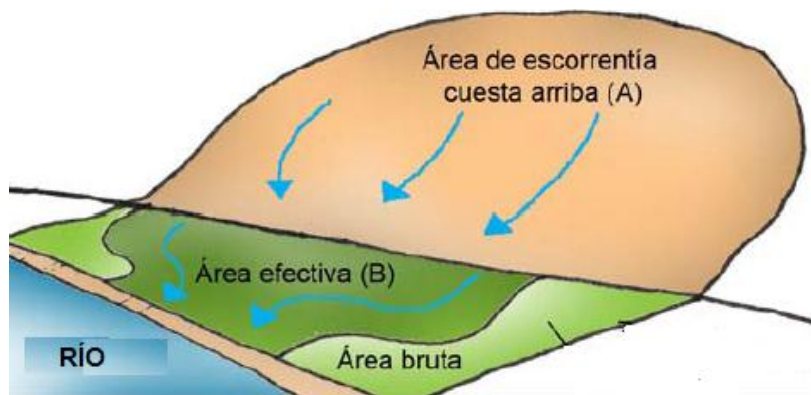
En cuanto a los cauces de agua, la norma determina 35m de aislamiento, no obstante Mosquera cuenta con 3 ríos principales en donde no es suficiente esta medida. Mediante revisión bibliográfica se determina lo siguiente:

British Columbia, CANADA	S1, ancho cauce > 20 m: zona reserva = 50 m, ZMC = 70 m
	S2, ancho entre 5 y 20 m: zona reserva = 30 m, ZMC = 50 m
	S3, ancho entre 1,5 y 5 m: zona reserva = 20 m, ZMC = 40 m

Tomado de: *Diseño de zonas ribereñas, requerimiento de un ancho mínimo. Universidad Austral de Chile.*

El estudio determina que según el ancho del cauce se debe guardar una zona de reserva y adicional contar con una zona de manejo de cauce para posibles eventos de inundación por aumento del caudal promedio debido a fenómenos naturales.

Por otra parte la USDA indica que además de contar con un área de amortiguamiento, los cauces deben contemplar un área adicional considerada como aquella en donde se genera la escorrentía y esto va a depender de la pendiente.

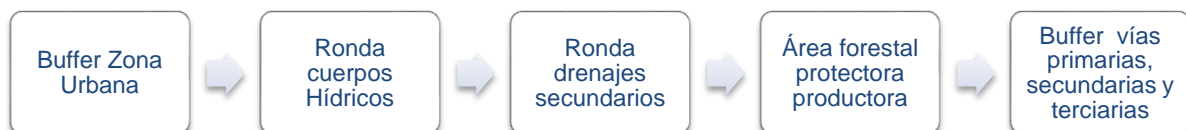


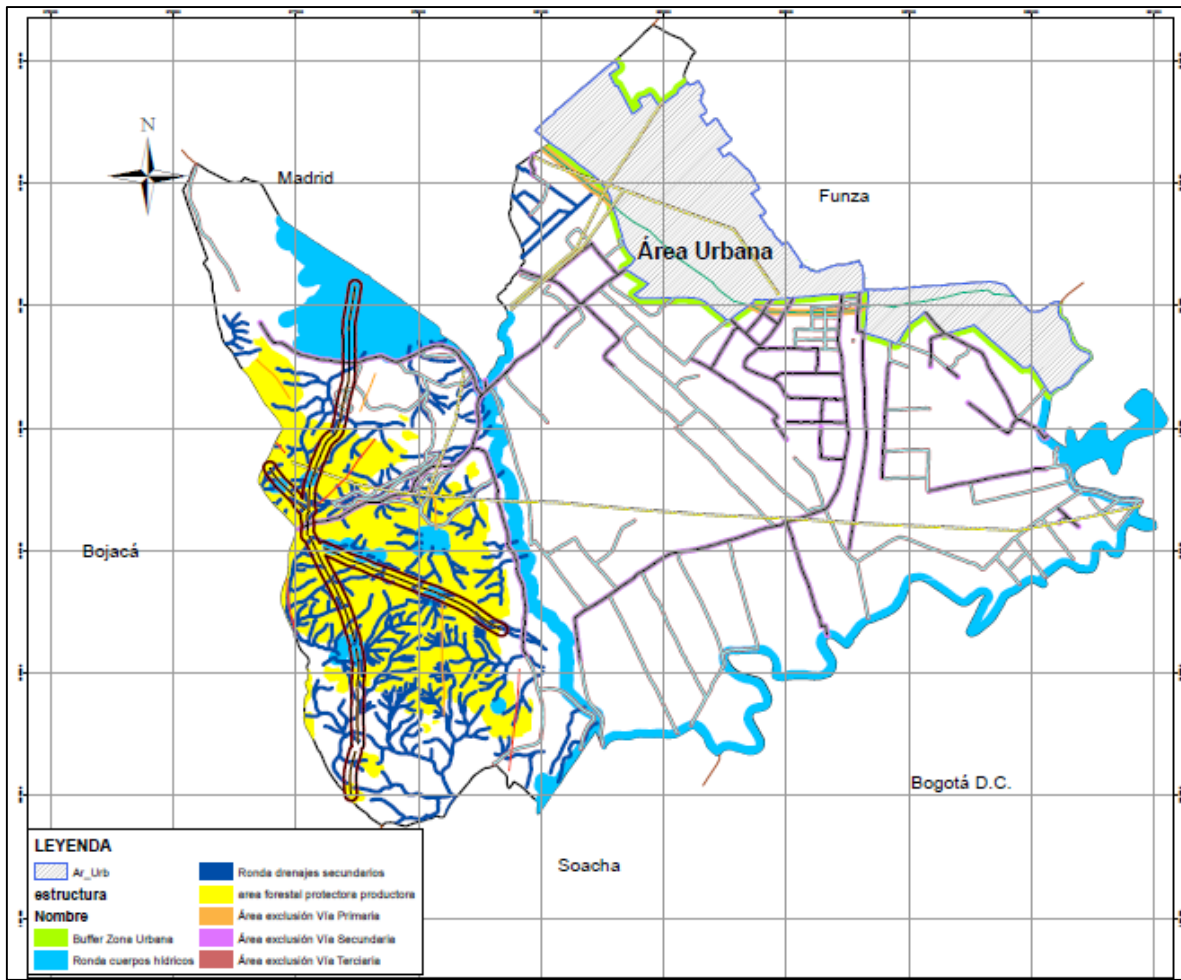
Tomado de: *Zonas de amortiguamiento para conservación. Departamento de Agricultura de Estados Unidos -USDA*

Por lo mencionado anteriormente, se define un área de aislamiento para ríos principales de 60m teniendo en cuenta los 40m de la zona de amortiguamiento del cauce más 20m preventivos y para escorrentía teniendo en cuenta además que las pendientes manejadas en el municipio no son altas.

**Espacialización de restricciones:** Es necesario aplicar los buffer y/o aislamientos definidos en la tabla anterior, identificando además los criterios de orden natural que son limitantes. De esta actividad se obtienen las siguientes salidas gráficas:

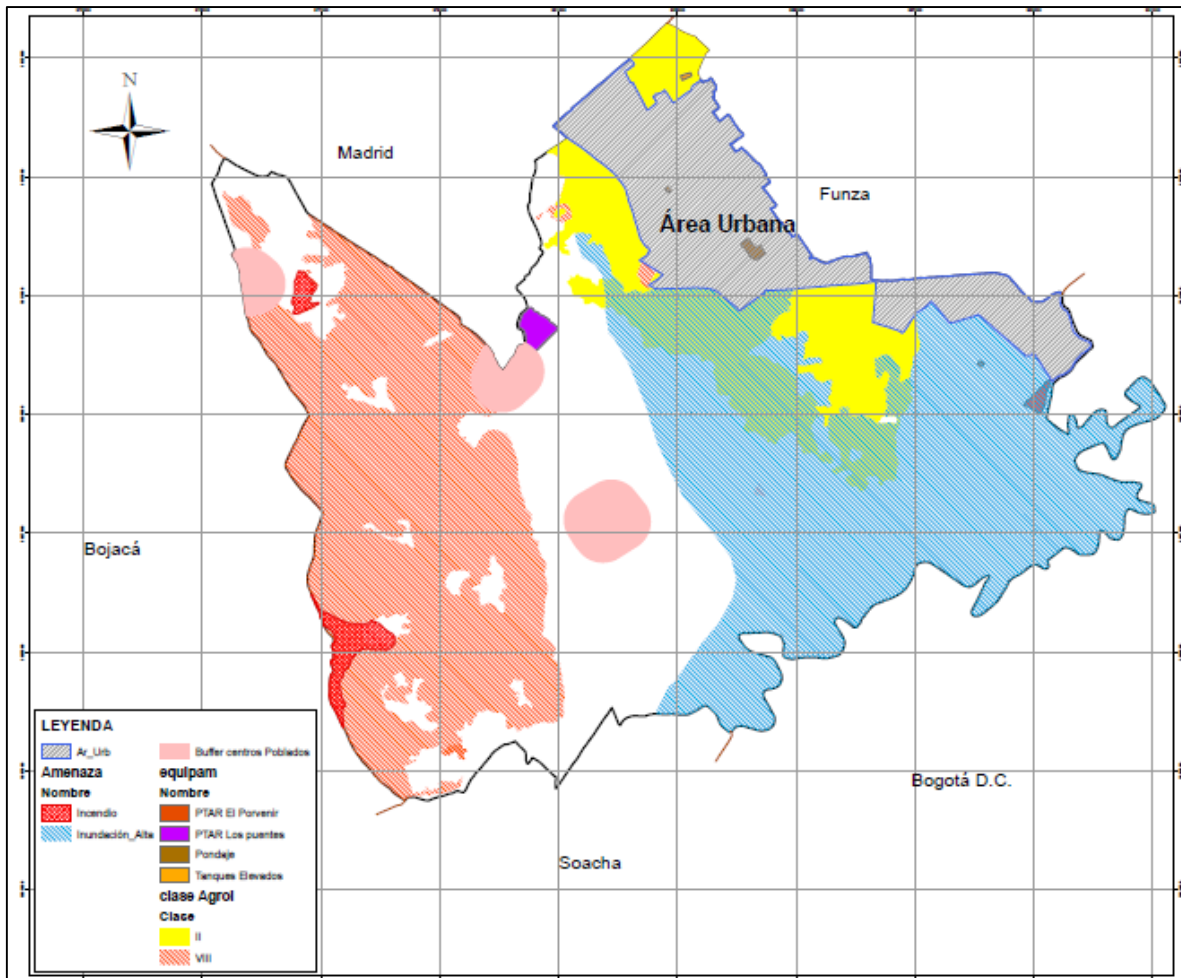
- Áreas de exclusión I: se encuentran las siguientes condicionantes.





- Áreas de exclusión II: se encuentran las siguientes condicionantes.

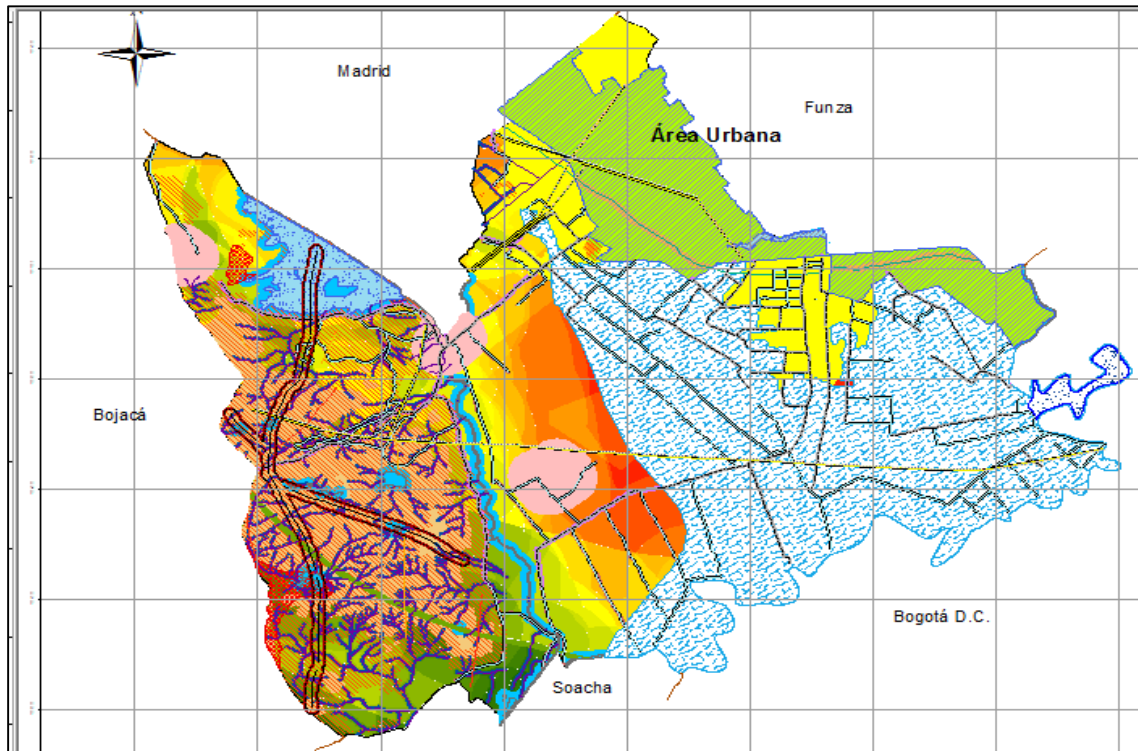




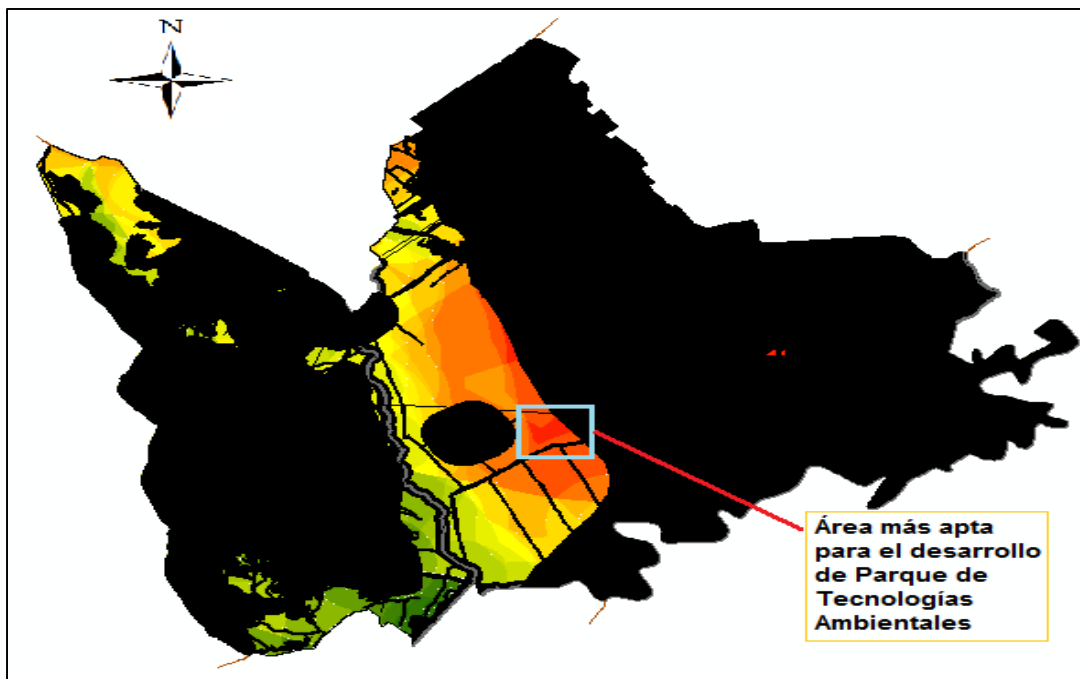
- **Cruce de capas: áreas con mayor ponderación Vs. áreas con restricción**

Una vez se tiene disponible la información de áreas con mayor puntaje para el emplazamiento del parque de tecnologías ambientales y las áreas en donde existe restricción, se realiza el cruce para hallar finalmente el lugar en donde bajo criterios ambientales, legales y técnicos, puede ubicarse el parque sin generar mayor afectación al medio natural y comunidades aledañas.

Una vez superpuestas las capas mencionadas, se obtiene una disminución considerable del área apta, especialmente y como se esperaba hacia la zona montañosa en donde se encuentran entre otras cosas, elementos naturales como drenajes y clase agrológica VII. El resultado se muestra a continuación:

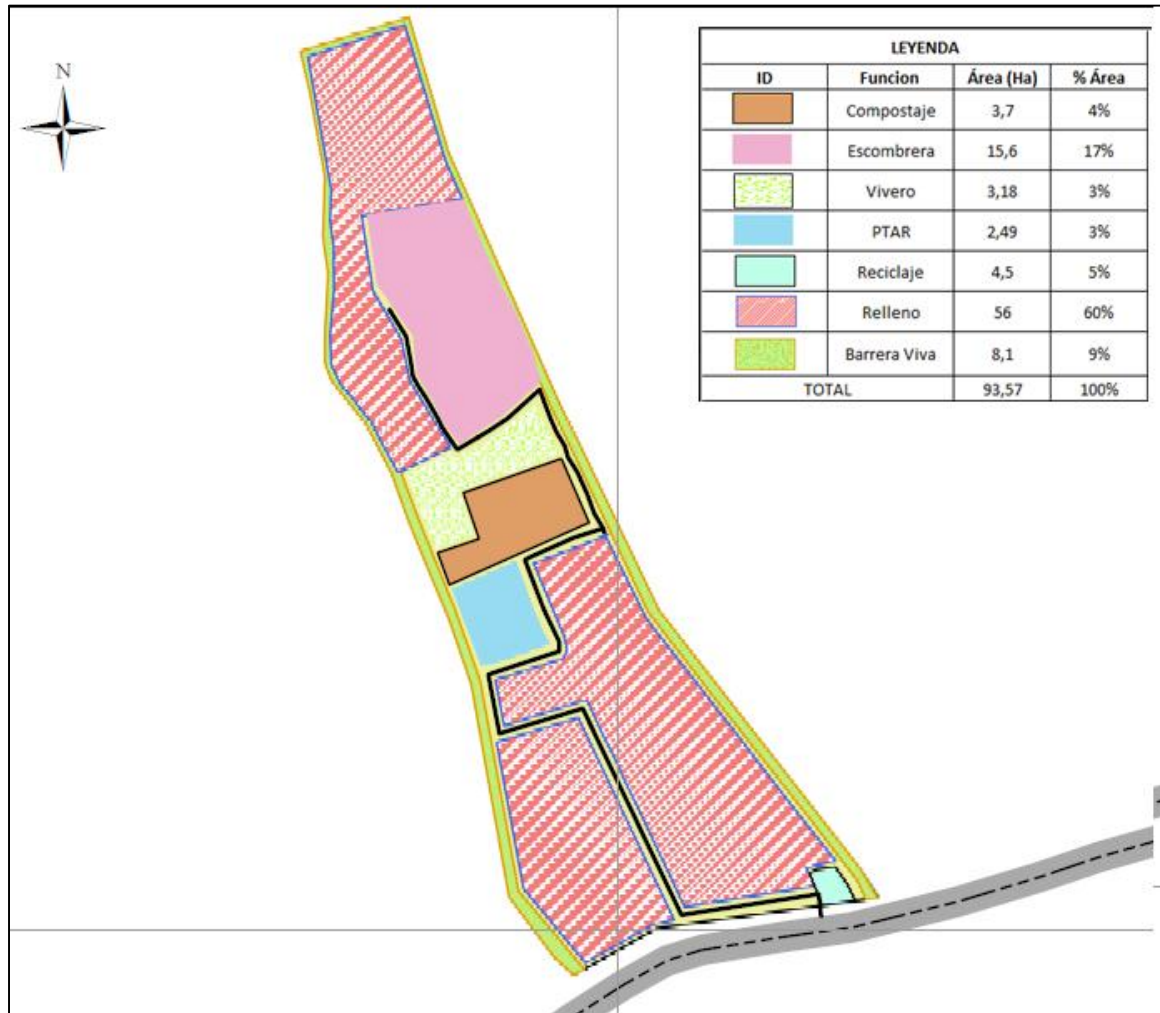


En seguida se fusionan las áreas con restricción sobre el mapa de ponderación, obteniendo y seleccionando el lugar en donde funcionará el parque de tecnologías ambientales planteado en el presente proyecto.



Dicha área corresponde a un espacio de 97,5 Ha, cuenta con servicio de energía eléctrica, vías de acceso pavimentadas y de tercer orden para tránsito de vehículos, además de encontrarse a distancia apropiada de centros poblados y del área urbana.

Finalmente se definen las áreas que funcionarían dentro del parque de tecnologías ambientales – PTA – dejando disponible lo correspondiente a: vivero, celdas, compostera, PTAR y vías internas. A continuación se indica esta distribución.



### 6.3 Modelos de Manejo de Residuos en el Mundo

Son variadas las propuestas frente al tema de manejo y disposición de residuos sólidos. En años recientes organizaciones internacionales como el PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) se ha encargado de difundir una estrategia de desarrollo sostenible y economía verde. De acuerdo a dicha estrategia las economías verdes deben incluir a las industrias, la sociedad civil y a los gobiernos con el fin de mejorar el bienestar humano y lograr la equidad social, a la vez que se reducen los riesgos ambientales y la escasez ecológica. La estrategia se soporta en el desarrollo tecnológico y de infraestructura, con el fin de reducir la dependencia de carbón, se promueva la eficiencia energética y decline la degradación medio ambiental (Li et al, 2015).



Dentro del marco de las economías verdes, los parques Eco-Industriales constituyen una estrategia importante de implementación y se definen como una red de empresas y organizaciones, que trabajan de la mano con el fin de mejorar su desempeño ambiental y económico. En un sentido más estricto, se define como " una comunidad de servicios que busca incrementar su desarrollo económico y ambiental a través del manejo de recursos, como el agua, la energía y otros materiales. Al trabajar juntos la comunidad busca el beneficio colectivo, que es mucho mayor que la suma de beneficios individuales que cada compañía podría alcanzar de manera independiente".

Si bien la estrategia de las economías verdes ha sido implementada ampliamente alrededor del mundo, no se pueden dejar de lado otras estrategias que se basan en el esquema de manejo integral de residuos sólidos, *Integrated System Waste Management* de sus siglas en inglés ISWM, y las 3R's (reducir, reusar y reciclar). Las etapas de este sistema incluye la separación en la fuente, recolección y transporte, estaciones de transferencia y de recuperación de materiales, tratamiento y recuperación y disposición final (Memon, 2010).

Con el firme propósito de alcanzar el equilibrio entre "basura cero" y "eficiencia de recursos", la Comisión Europea adelantó el programa "Vivir bien, dentro de los límites de nuestro planeta" apuntando a la eliminación total de los rellenos sanitarios para el año 2020. Países como Austria, Bélgica, Dinamarca, Alemania y Holanda son los abanderados de este programa.

De esta forma y buscando dar respuesta a las necesidades particulares de los diferentes países, algunos han dado los primeros pasos hacia la implementación de una economía verde o han adoptado un esquema de manejo integral de residuos. Entre ellos vale la pena destacar los avances en la materia de Dinamarca, Austria, Holanda, Suiza, Suecia, Finlandia, UK, USA, Japón, Taiwan, China, España, Costa Rica y Australia. A continuación se presentan algunas de estas experiencias.

### **Kalundborg, Dinamarca**

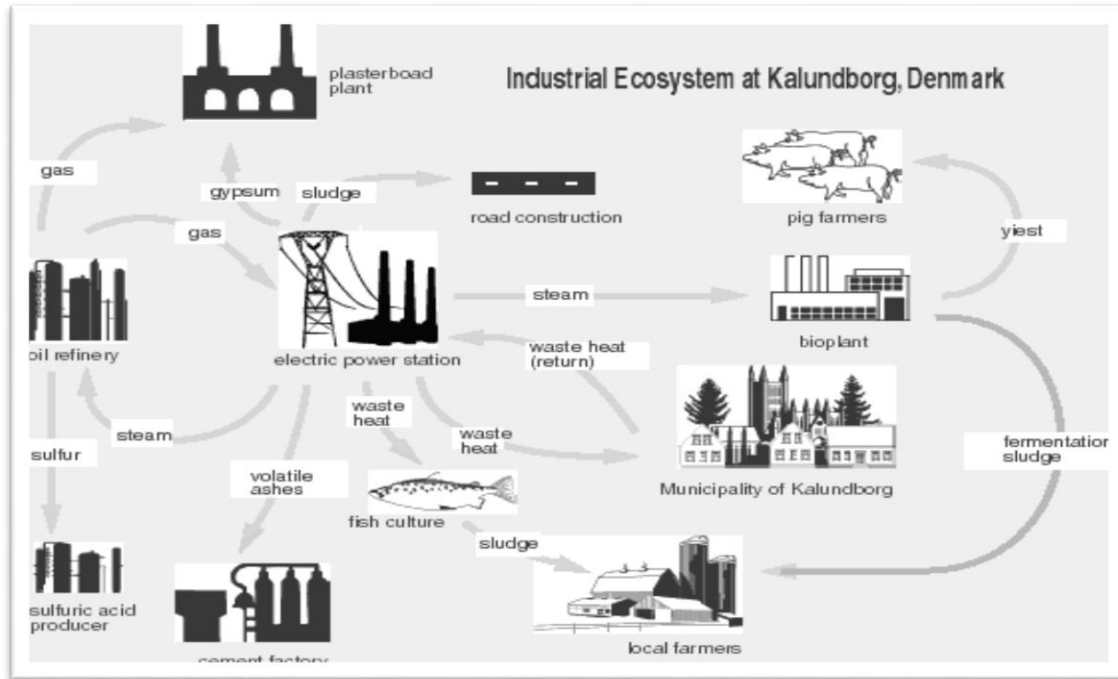
El parque ecoindustrial de Kalundborg puede decirse que fue el primero de este tipo a nivel mundial. Su actividad dio inicio en los años 60 y se convirtió así en un centro industrial para Dinamarca.

Logra involucrar diferentes actores entre los que se incluye: la municipalidad, una planta eléctrica, una refinadora, una planta farmacéutica, una planta de ácido sulfúrico, una industria de paneles de cartón yeso, además de invernaderos y granjas.

Este parque se asemeja a una cadena alimenticia: por ejemplo en el eslabón de los productores, la planta eléctrica ASNAES vende vapor a la refinadora STATOIL y a la planta farmacéutica NOVODISK, y el calor obtenido de los generadores se usa para la calefacción de edificios en la ciudad, así como para calentar invernaderos y granjas acuícolas. Además de esto, la refinería STATOIL vende gas combustible y agua de enfriamiento a la planta eléctrica ASNAES, y el azufre que produce se envía a la planta de ácido sulfúrico de KEMIRA (Ecointeligencia, 2009-2016).

Y en el segundo eslabón: el de consumidores primarios, la industria de paneles de cartón yeso GYPROC utiliza el sulfato de calcio enviado por la planta eléctrica ASNAES y el gas combustible de la refinería STATOIL para la fabricación de paneles. Y la planta farmacéutica

NOVODISK genera un lodo biológico que es usado como fertilizante en las granjas, y la mezcla de levadura en la producción de insulina se utiliza como suplemento para alimentar cerdos. En la siguiente figura se puede apreciar cómo funciona el parque Eco-industrial de Kalundborg en Dinamarca (Ecointeligencia, 2009-2016)..



Tomado de: <http://www.ecointeligencia.com/2012/04/kalundborg-ecologia-industrial-ecointeligente/>

## Rotterdam, Holanda

Dentro de los primeros avances logrados en Holanda, está el hecho que entre el periodo de 1991 y 2005 el número de rellenos sanitarios en operación se redujo de 80 a 22 y aquellos que aún existen tienen estrictos parámetros en la cantidad y tipo de residuos que se disponen (Scharff, 2014).

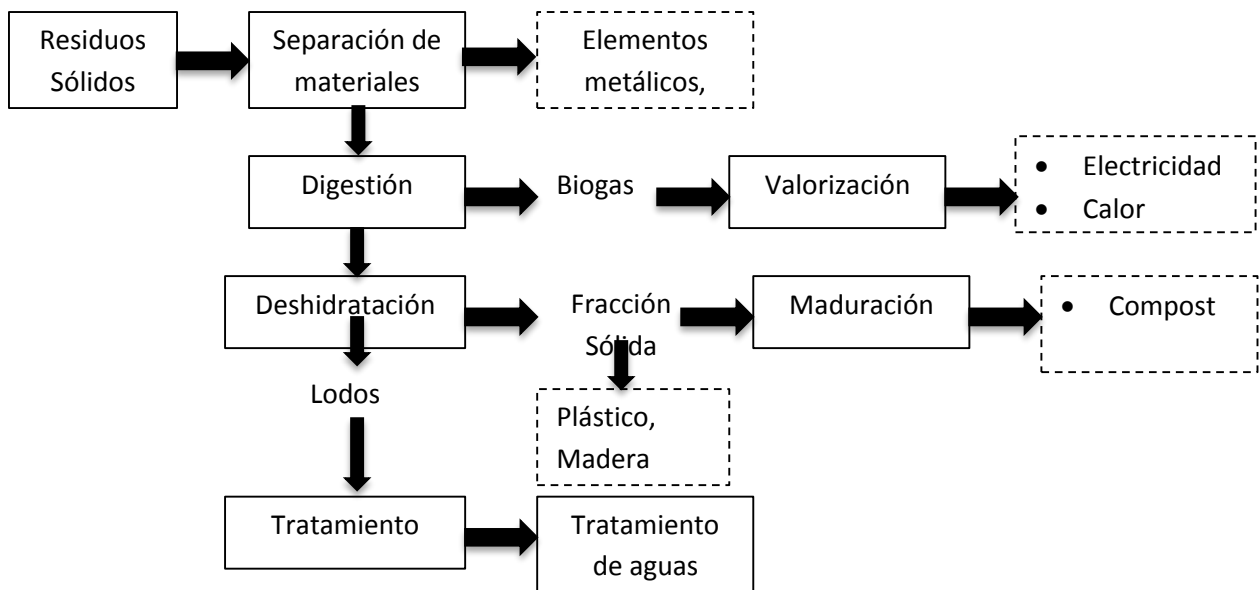
Una estrategia alternativa, específicamente en la región occidental de Rotterdam, corresponde a un parque eco-industrial implementado en el año 1992. El proyecto fue iniciado por la asociación industrial *Europort/Botlek Interests* con 80 miembros de la industria, más de 30 empresas del sector químico y 4 refinerías. El principal flujo dentro de este sistema es de calor y agua, de tal forma que son capaces de entregar 2000 MW y varios sistemas industriales de agua.

## Alemania

En 1970 Alemania contaba con cerca de 50.000 rellenos sanitarios, sin embargo a partir de 2005 se dio un gran cambio en el que se amonestaba a quien usara dichos rellenos y no la nueva propuesta de manejo de residuos sólidos. Actualmente cuenta con tan solo 300 de esos rellenos y no estos no reciben basura a menos que haya sido clasificada. Solo se recibe lo que queda después de haber seleccionado los elementos reciclables y el resto ha sido sometido a varios procesos para comprimirla y convertirla en materia inerte. Se espera

que para el 2020 esos 300 rellenos estén completamente fuera de operación, ya que se planea usar su basura para producir energía (Bersi, s.f).

Esta estrategia hace una gran apuesta a nivel tecnológico y de reformas a la política de manejo de residuos y al compromiso de las empresas de la industria. Como resultado, 55000 botaderos han sido reemplazados por 70 incineradores, 60 empresas de transformación biológica y mecánica de los desperdicios y 800 unidades productoras de compost a partir de materia orgánica. El resto de materiales reciclables se vinculan de nuevo al ciclo regresando a la fuente de la cual provinieron. De esta forma, Alemania logro dejar en el pasado el uso de tradicionales rellenos sanitarios para dar paso a una estrategia en la que se logra un altísimo grado de aprovechamiento de los residuos domésticos e industriales. A continuación se presentan un esquema que permite visualizar como se lleva a cabo el manejo de residuos en Alemania (Bersi, s.f).



## Suecia

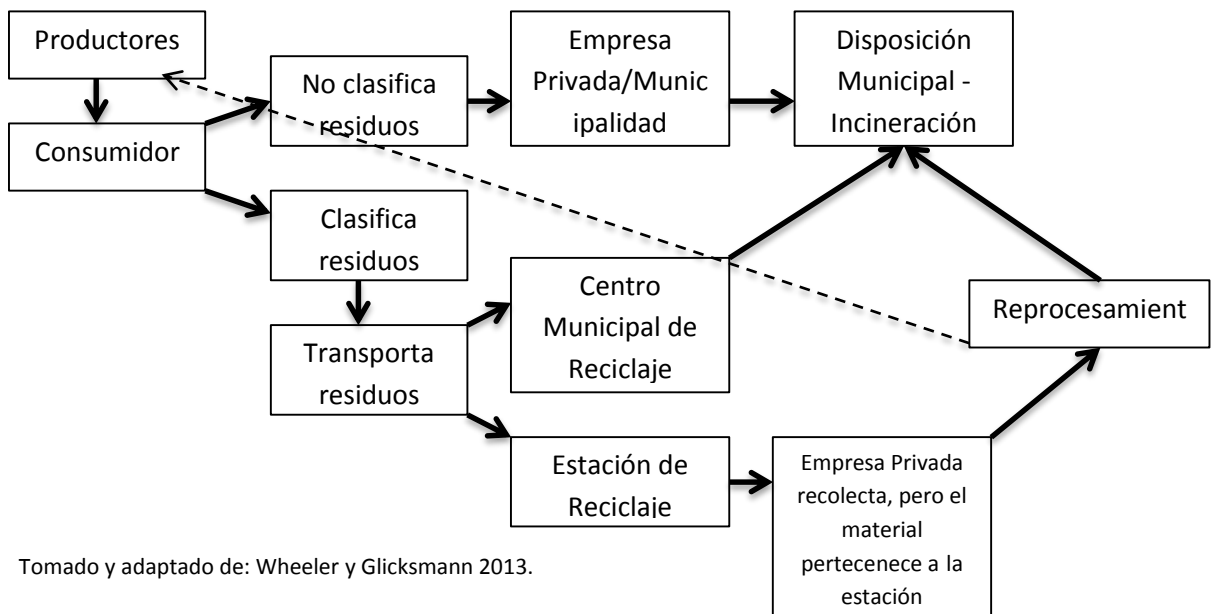
El manejo de residuos ha cambiado mucho en los últimos 20 años en este país. Se han enfrentado a una nueva clasificación de los desperdicios. Impuestos y multas se han implementado por el uso de rellenos sanitarios. Se han establecido metas claras para incrementar el reciclaje y como miembros de la Unión Europea han adquirido compromisos que los obligan a ejercer mayores controles en el manejo de residuos peligrosos, rellenos sanitarios e incineración. Su tendencia ha sido consistente, menos desechos en los rellenos y más reciclaje. Dentro del marco de desarrollo sostenible los suecos han procurado que todas las decisiones políticas estén formuladas teniendo en cuenta las implicaciones económicas, sociales y ambientales a largo plazo (Swedish Environmental Protection Agency, 2005)

Actualmente en Suiza más del 99% de los residuos domésticos son reciclados de una u otra forma. Esto ha implicado una gran revolución, considerando que para el año 1975 se lograba reciclar tan solo el 38% de estos mismos residuos. Hoy en día, como regla existen estaciones de reciclaje a no más de 300 metros de las áreas residenciales. La mayoría de



los ciudadanos recicla en sus casas y deposita los "residuos" en contenedores especiales en sus edificios o en estaciones de reciclaje. Algunos datos importantes referentes al uso de residuos en Suiza, muestran que para el año 2012, 2.270.000 toneladas de residuos domésticos fueron incinerados y convertidos en energía. Hoy en día, esta labor es llevada a cabo en las 32 plantas incineradoras que existen en el país y que producen calor para 810.000 viviendas y electricidad para 250.000 viviendas privadas. Adicionalmente la emisión de metales pesados ha sido reducida en un 99% desde 1985, aun cuando Suiza genera hoy tres veces más residuos que en épocas anteriores (Swedish Environmental Protection Agency, 2005).

Su apuesta ha logrado niveles de reciclaje tan altos y de generación de residuos tan bajos que ahora como parte de su estrategia para generar energía importa cerca de 700.000 toneladas de basura de otros países. Todo esto ha sido posible gracias al compromiso del gobierno, organizaciones y ciudadanos.



Dinamarca, Holanda, Alemania y Suecia han logrado incluir elementos claves y fundamentales para la implementación, mantenimiento y mejora de sus respectivos sistemas de manejo de residuos, tales como la separación en la fuente, el principio de las 3 R's (reducir, reusar y reciclar), el establecimiento de alianzas entre gobierno, organizaciones y ciudadanos, generación de insumos para otras industrias, proceso de incineración y generación de energía. Vale la pena aclarar que en el modelo descrito para Dinamarca estos dos últimos aspectos no están incluidos. En la siguiente tabla se presentan dichas características y su inclusión en cada uno de los modelos en mención.

Los modelos mencionados anteriormente sugieren diferentes estrategias para alcanzar una correcta disposición, manejo y aprovechamiento de los residuos. Sin embargo al analizar en mayor detalle los puntos en común que tienen los modelos de Dinamarca, Holanda, Alemania y Suecia se evidencia que existen características que les han permitido posicionarse como países pioneros en el manejo de residuos. Aun cuando sus modelos pueden involucrar diferentes industrias, actores y productos, son las características que se

señalan en la tabla anterior las que les han permitido alcanzar altos niveles de eficiencia por su baja generación de residuos y una disposición casi nula en rellenos sanitarios.

Si bien es importante considerar el contexto colombiano, las características en común que poseen estos países europeos son aquellas que deberán labrar el futuro del manejo de residuos sólidos en el país, principalmente las que se refieren al principio de las 3R's y las alianzas estratégicas entre los actores involucrados. De esta forma será posible reducir y/o eliminar el uso de rellenos sanitarios y lograr altos niveles de aprovechamiento de los residuos.

MODELO	CARACTERISTICAS					
	Separación en la fuente	3R's (reducir, reusar y reciclar)	Alianzas entre gobierno, organizaciones y ciudadanos	Generación de insumos para otras industrias	Proceso de incineración	Generación de energía
1. Dinamarca	X	X	X	X		
2. Holanda	X	X	X	X	X	X
3. Alemania	X	X	X	X	X	X
4. Suecia	X	X	X	X	X	X

## 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El tema de disposición de manejo de residuos sólidos es un tema ampliamente debatido a nivel mundial, sin embargo el eje central de dichas discusiones coincide en la necesidad de reducir la cantidad de residuos generados y lograr su máximo aprovechamiento.

El panorama global muestra grandes avances, siendo los países europeos quienes encabezan la lista de las naciones que han logrado implementar un sistema integral de manejo de residuos sólidos que les permite reciclar un gran porcentaje de los desechos que generan y en muchos casos reincorporarlos en sus cadenas productivas. Un caso bien conocido es el de Suecia, quien ha alcanzado un nivel tan alto de aprovechamiento, que hablar de desperdicios domésticos es poco común, puesto que más del 99% de dichos residuos son reciclados.

La armonía del caso Sueco radica en la integración que han logrado entre los diferentes actores, incluyendo a productores, consumidores, industria privada y organizaciones públicas siguiendo firmemente la reglamentación que incentiva la no generación de desperdicios, sancionando a quienes no la cumplen y reincorporando la fracción de residuos que generan dentro un nuevo ciclo productivo que es capaz de producir energía para muchas viviendas.

Para el caso colombiano el manejo de residuos sólidos obedece al modelo de disposición final en rellenos sanitarios. De las 11 toneladas de basura que se generan al año, se recicla menos del 10% y cerca de un 85% tiene destino final en los rellenos sin ningún tipo de tratamiento. Además del bajo nivel de reciclaje que caracteriza a éste sistema, se suman graves impactos como la emisión de gases de efecto invernadero, contaminación de acuíferos, generación de olores ofensivos, presencia de vectores, consecuencias en la salud humana, entre otros.

El Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo, lugar en el que se dispone la basura de aproximadamente 76 municipios del departamento de Cundinamarca y entre los cuales se incluye el municipio de Mosquera, no es ajeno a la problemática en torno a la disposición de residuos en rellenos sanitarios. Producto de la matriz de valoración de impactos ambientales evaluados en este relleno, fue posible determinar 18 impactos ambientales que generan serias consecuencias sobre los componentes agua, aire, suelo, medio biótico, paisaje y social. De estos mismos 18 impactos, 7 corresponden a la categoría de vulnerabilidad severa y 1 a vulnerabilidad crítica, dejando a los restantes en condición de vulnerabilidad moderada.

La afectación que generan los rellenos sanitarios, deja en evidencia la necesidad que tiene el municipio de Mosquera y otras regiones del país de renovar la gestión de manejo de residuos sólidos hacia estrategias más amigables con el medio ambiente y que busquen maximizar el aprovechamiento de los residuos. No son solo los países desarrollados quienes señalan a los rellenos sanitarios como un sistema obsoleto, son ya varios los casos de países en vías de desarrollo quienes dan razón de las graves consecuencias que estos ocasionan y empiezan a reconocer el valor económico y ambiental que puede llegar a tener la basura si se trata de una manera adecuada.

Por las razones mencionadas anteriormente, es indispensable que en Colombia se de la transición de este modelo hacia uno en el que a través de estrategias de educación, información y concientización de la población se logren los requisitos mínimos que permitirían la adopción de un nuevo y mejor sistema de manejo de residuos. Estos requisitos deben promover la separación en la fuente, la recolección, la valorización de materiales y la participación de la industria nacional para reincorporarlos a los sistemas productivos.

Es en este punto donde los intereses de los individuos, la industria y el gobierno pueden convergir en lo que se denomina: parque eco-industrial. Un parque eco-industrial de acuerdo a la definición provista por Lowe 2001 es "aquel en el que las empresas cooperan entre sí y con la comunidad local, en un intento de reducir los residuos y la contaminación, comparten de manera eficiente los recursos (tales como la información, materiales, agua, energía, infraestructura y recursos naturales), y ayudan a lograr el desarrollo sostenible, con la intención de aumentar ganancias económicas y la mejora de la calidad ambiental".

Este concepto abre la posibilidad a múltiples beneficios cuando se consideran las relaciones que en este sistema se crean. Es posible evidenciar un "gana-gana" desde la dimensión ambiental, económica y social. De similar manera Côté y Cohen 1998 sintetizan algunas de las ventajas por las cuales vale la pena tomar la iniciativa de implementar un parque eco-industrial:

- Se reduce el impacto ambiental a través de la sustitución de materiales tóxicos, absorción de dióxido de carbono y el tratamiento integral de los residuos.
- Se maximiza la eficiencia energética a través del diseño de las instalaciones y el trabajo conjunto y colaborativo.
- Se aprovechan los materiales a través del diseño, instalación, reutilización, recuperación y reciclaje.
- Se crea una gran red entre empresas, proveedores y clientes donde el parque está ubicado.
- Se mejora continuamente el comportamiento ambiental de los negocios y de la comunidad.
- Se logra tener un sistema de regulación que permite cierta flexibilidad pero que al mismo tiempo incentiva a las empresas a cumplir con el rendimiento de metas.
- Se utilizan instrumentos económicos que desalientan la generación de residuos y la contaminación.
- Se crea un mecanismo que pretende formar y educar a los gerentes y trabajadores en nuevas estrategias, herramientas y tecnologías para mejorar el sistema.
- Se orienta la comercialización para atraer a las empresas a llenar nichos y complementar otros negocios.

Las ventajas que los parques eco-industriales ofrecen son innegables, sin embargo pretender llegar allí implica también identificar y reconocer aquellas desventajas que impiden su implementación inmediata. Para el caso colombiano cuando se habla de reglamentación y política de manejo de residuos sólidos surge el primer inconveniente porque aún en el país nos encontramos en una etapa inmadura en lo que se refiere a implementación y ejecución. La política de manejo de residuos en el país tiene claridad en su compatibilidad con el medio ambiente y las etapas que debe desarrollar: reducción en origen, aprovechamiento, tratamiento, transformación y disposición final controlada; pero aún no es efectiva en el cumplimiento de la misma.

Por otra parte, como requisito tanto para la instalación de un parque eco-industrial como cualquier otro sistema de manejo de residuos, es necesaria la transición hacia un sistema que reduzca y/o limite la disposición final sin ningún tipo de separación y/o tratamiento.

Otro aspecto que más que un obstáculo debe ser visto como una oportunidad, hace referencia al fortalecimiento de la voluntad de las organizaciones empresariales y de los ciudadanos a comprometerse con un sistema que promueve la cooperación mutua y satisface intereses ambientales, económicos y sociales. Un sistema que va más allá de garantizar la disposición de los residuos y busca su máximo aprovechamiento y reincorporación en un ciclo productivo.

Anteriormente se hizo referencia a los ejemplos de gestión de residuos que han logrado implementar países como Dinamarca, Holanda, Alemania y Suecia, y si bien no se trata de copiar un modelo hay elementos claves que sirven para desarrollar estrategias apropiadas para el caso colombiano. Algunos de estos países optaron por los parques eco-industriales y/o la gestión integral de residuos basados en la premisa de las 3R's (reducir, reusar y reciclar), pero el punto común que tienen está en la fortaleza de su política y reglamentación y un esquema de cooperación entre los diferentes actores involucrados. De modo que más que desventajas en el contexto colombiano, nuestro esfuerzo como nación debe encaminarse a ese fortalecimiento de las políticas y la cooperación de los diferentes involucrados.

El concepto de los parques eco-industriales confluye en un escenario tan avanzado que además de vincular tecnologías de punta y apropiadas logra vincular los intereses económicos de la sociedad sin tener que sacrificar las condiciones naturales del entorno. Esta es la situación en la que los esfuerzos de las naciones deberían apuntar hacia el futuro; y si bien es un camino que muchos países llevan recorriendo ya hace varias décadas, aún no es tarde para que países como Colombia inicien la construcción de la senda que nos conduzca allí.

Alcanzar el desarrollo de parques eco-industriales que se ciñan a su definición puede tomar varios años, sin embargo creemos que un inicio puede enmarcarse en lo que denominamos en el presente trabajo parque de tecnologías ambientales. Considerando el impacto ambiental evaluado y las condiciones de Mosquera, surge la propuesta del parque de tecnologías ambientales que si bien da respuesta a la problemática de la disposición de residuos sólidos brinda también alternativas para lograr su máximo aprovechamiento e integrar a su gestión las actividades de vivero y compostaje.

Como resultado del análisis cartográfico el área donde podría llevarse a cabo la instalación del parque de tecnologías ambientales corresponde a 93.57 hectáreas. Dentro de esta área se creará el espacio para que entre en función un sistema que además de lograr el aprovechamiento de los residuos logra vincular a diferentes actores dentro de un ciclo productivo. El parque contempla la instalación de 6 zonas interconectadas: zona de disposición de residuos sólidos, zona de disposición de escombros, zona de residuos aprovechables, zona de vivero, zona de compostaje y planta de tratamiento de aguas residuales. El ingreso de los residuos al ciclo requiere que estos al llegar al parque hayan sido previamente separados, de modo que aquellos que correspondan a la categoría de escombros puedan ingresar a la zona de escombros y aquellos que sean clasificados como papel, cartón, plástico, textil, metal y vidrio ingresen a la zona de residuos aprovechables. Dentro de los residuos restantes que se consideran como materia orgánica pueden ingresar

tanto a la zona de vivero como a la zona de compostaje. Dentro del sistema se contempla la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales ya que como producto de las diferentes actividades que se llevarían a cabo dentro del parque se haría necesario el tratamiento de las aguas allí generadas.

El parque de tecnologías ambientales del municipio de Mosquera podría representar una alternativa de organización empresarial para las personas dedicadas a la actividad del reciclaje, viveros y composteras, ya que el estar vinculados al parque les permitiría obtener parte de sus insumos a partir del tratamiento de los residuos que ingresan al parque y convertir sus productos en potenciales insumos para los otros miembros del sistema. Para la actividad del reciclaje representaría grandes beneficios dado que en un solo lugar se concentrarían los materiales a ser reciclados y se evitaría el uso de intermediarios que pueden retrasar el proceso. Un aliado más podría estar representado por las empresas de construcción, a quienes se les brindaría la posibilidad de disponer de aquellos sobrantes de las construcciones y que pueden llegar a ser útiles para otros pequeños empresarios. Estos lazos que se establecerían a través del parque no solo permitirían la correcta disposición de "desechos" sino que brindarían la oportunidad de agremiar a diferentes empresarios y crear vínculos de cooperación tanto del sector público como el privado, además de crear beneficio económico y protección al medio ambiente a través de la reincorporación de los diferentes productos al ciclo productivo.

La puesta en marcha del parque de tecnologías ambientales, pondría en evidencia la mejora del comportamiento ambiental de las organizaciones vinculadas y de la comunidad, de tal forma que con este simple hecho serían los mismos actores quienes vigilarían cuidadosamente el cumplimiento de las metas ambientales y la mejora continua de la incorporación de los residuos al sistema.

El parque de tecnologías ambientales de Mosquera puede llegar a convertirse en un primer paso para alcanzar la cooperación del gobierno, las industrias nacionales y la ciudadanía. Un ejemplo de este tipo puede dejar ver como a través de la cooperación de las industrias, la incorporación de políticas que desalienten la generación de residuos y contaminación, y sancionen a quienes no las cumplan, además del fortalecimiento de una cultura ciudadana en sintonía con estas prácticas, puede permitir alcanzar un modelo como el que hoy sustentan varios países europeos.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Dadas las afectaciones que genera la disposición de residuos sólidos del municipio de Mosquera en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo se hace necesaria la implementación de una estrategia de gestión de residuos que permita su correcta disposición y reduzca el impacto ambiental.
- A partir de las proyecciones realizadas de generación de residuos sólidos, de escombros y de residuos aprovechables es posible ver que la alternativa del parque de tecnologías ambientales, además de solventar la problemática de la disposición permite alcanzar niveles importantes de aprovechamiento de los residuos, derivando a futuro en la minimización de impactos ambientales y presión generada sobre el recurso natural.
- Los impactos significativos que determinan la necesidad de implementar un parque de tecnologías ambientales, se encuentran relacionados principalmente con la contaminación al recurso aire y suelo debido a las presiones de lixiviados, gases y olores ofensivos. La desvalorización de predios cercanos a un lugar en donde se ubica un relleno sanitario, es sin duda factor clave a evaluar y compatibilizar con elementos de ordenamiento territorial que fortalezcan la gestión de residuos y a su vez propendan por minimizar las afectaciones en términos de salud, ambiente y economía de quienes se encuentran asentados en estas zonas.
- Se determina que el área óptima para la instalación del Parque de Tecnologías ambientales es de 97,5 Ha luego de realizar el proceso cartográfico que determina aptitud legal frente a restricciones de carácter ambiental. Esta área es suficiente para el desarrollo de las seis actividades planteadas para el modelo de manejo de residuos de Mosquera.
- La transición hacia modelos de gestión de residuos más sustentables dependerá del fortalecimiento de las políticas de manejo de los mismos y las alianzas cooperativas de la industria y la ciudadanía.
- En próximos estudios se podría considerar un estudio económico y financiero que detalle la inversión municipal y rubros financiables para el montaje del parque de tecnologías ambientales, contrastando esto con los gastos que asume actualmente el municipio de Mosquera y los otros municipios que deben transportar sus residuos hasta Nuevo Mondoñedo.
- Se considera fundamental dar un mayor alcance al proyecto, incluyendo metodologías de valoración ambiental para determinar en términos económicos, cuál es la afectación generada sobre el recurso natural y cómo esto podría alterar más adelante la calidad de vida de la población. Esto, junto a la evaluación económica de implementar el parque de tecnologías ambientales y los posibles ingresos por reciclaje podrían permitir una visualización de beneficio – costo que es

significativa a la hora de incluir este tipo de proyectos en la agenda de inversión municipal.

- Para ofrecer mayor calidad cartográfica es necesario contar con información mucho más detallada y a escalas más pequeñas que permitan un análisis de contexto significativo en términos de pendientes de vías y características del suelo que actualmente no se detallan en estudios realizados para el municipio de Mosquera.



## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía Municipal de Mosquera. Plan de Gestión de Residuos Sólidos PGIRS 2005-2020.
- Alcaldía Municipal de Mosquera. Mosquera firma convenio para construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. <http://www.mosquera-cundinamarca.gov.co/noticias.shtml?apc=ccx-1-&x=2546189>
- Bersi, E., (Sin fecha). Landfills a thing of the past in Germany where advanced waste management rules. [http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/sofos/Evridiki\\_Bersi\\_Kathimerini.pdf](http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/sofos/Evridiki_Bersi_Kathimerini.pdf)
- Côté, R.P. & Cohen-Rosenthal, E. 1998. Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences. *Journal of Cleaner Production* 6 (3–4).
- CSA Architects and Engineers, 2013. Estudio realizado para Browning Ferris.
- Defensoría del Pueblo. Situación actual de la gestión integral de residuos sólidos: plantas de aprovechamiento y disposición final en el departamento de Cundinamarca. Resolución Defensorial No. 62. Informe Defensoría del Pueblo.
- Delgado, V. 2013. Establecimiento de un Vivero para Revegetalización de la Franja Acuática-Semiacuática de los Humedales.
- Ecointeligencia.2009-2016. Kalundborg, ejemplo de industria ecointeligente. <http://www.ecointeligencia.com/2012/04/kalundborg-ecologia-industrial-ecointeligente/>
- Fonseca, N y Vargas, C. 2009. Evaluación de los riesgos de contaminación de los acuíferos pertenecientes al municipio de Mosquera. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Bogotá D.C. Universidad de la Salle.
- García, J y Padilla, Y. 2014. Retos de la administración distrital en la recolección y disposición de residuos sólidos. *Econografos Escuela de Economía.63, 1-38.*
- Gascón S, Jiménez L & Pérez H. Artículo de Investigación Publicado el 22 Julio de 2015 en USBMed, Vol. 6, No. 1.
- Giménez M, Cardozo C. 2012. Acta de presentación en 7° Congreso de Medio Ambiente AUGM. Universidad de La Plata.
- Gobernación de Cundinamarca. 2014. Lineamientos de Política de Residuos Sólidos del Departamento de Cundinamarca.

- Gómez, M., & Barredo, J. 2005. *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. España: RA-MA.
- Hashemi, H., Pourzamani, H. and Rahmani, B. 2014. Comprehensive planning for classification and disposal of solid waste at the Industrial Parks regarding Health and Environmental Impacts. *Journal of Environmental and Public Health*. 6 pages.
- Li, J,m Pan, S., Kim, H., Linn, J y Chiang, P. 2015. Building green supply chains in eco-industrial parks towards a green economy: Barriers and strategies. *Journal of Environmental Management*. 162, 158-170.
- Lowe, E. 2001. Handbook of industrial ecology. Eco-industrial Park Handbook for Asian Developing Countries. A Report to Asian Development Bank, Environment Department, Indigo Development, Oakland, CA. <http://www.indigodev.com/Handbook.html>
- Marco de Gestión Ambiental y Social- Proyecto Nacional de Gestión de Residuos Sólidos (PNGRS). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Junio 17 de 2009.
- Martinez, D y Peñuela, F. 2005. Diagnóstico de vertimientos y propuestas de alternativas de mejoramiento a los sistemas de tratamiento de Agua Residual Industrial en los municipios de Facatativa y Mosquera- jurisdicción de la CAR-Sabana de Occidente. Trabajo de grado Ingeniería Ambiental. Bogotá D.C.: Universidad de La Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Auto No. 1504 "Por el cual se hacen unos requerimientos. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Durección de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales. República de Colombia. Bogotá, Mayo de 2009.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Marco de Gestión Ambiental y Social- Proyecto Nacional de Gestión de Residuos Sólidos (PNGRS). Bogotá, Junio 17 de 2009. Pág. 211
- Memon, M. 2010. *Integrated solid waste management based on the 3R approach*. *Journal of Material Cycles and Waste Management* 12, 30-40.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico: TÍTULO F. Sistemas de Aseo Urbano/ Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico. Bogotá, D.C. Colombia, 2012. 264 p.
- Salgado, C. 2009. Diagnóstico sobre estado y manejo de escombros en el Distrito. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C.
- Scharff, H. 2014. *Landfill reduction experience in the Netherlands*. *Waste Management* (34) 2218-2224.

- Sepúlveda, L y Alvarado, J. 2013. Manual de Compostaje. Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos a través de sistemas de compostaje y lombricultura en el Valle de Aburrá.
- Swedish Environmental Protection Agency. 2005. A Strategy for Sustainable Waste Management. Sweden's Waste Plan. Stockholm.
- Wheeler, K y Glucksmann. 2013. *Economies of recycling, 'consumption work' and divisions of labour in Sweden and England*. *Sociological Research Online*, 18(1), article no. 9.