

**MANUAL PARA ESCOGENCIA DE ÁREAS POTENCIALES EN EL MANEJO DE
ESCOMBROS, CEMENTERIOS Y RESIDUOS SÓLIDOS
CONVENCIONALES Y PELIGROSOS**

**FABIAN ORLANDO MANTILLA PÁEZ
JOSE ALFONSO CASTILLO CHIVARÁ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2016

**MANUAL PARA ESCOGENCIA DE ÁREAS POTENCIALES EN EL MANEJO DE
ESCOMBROS, CEMENTERIOS Y RESIDUOS SÓLIDOS
CONVENCIONALES Y PELIGROSOS**

**FABIAN ORLANDO MANTILLA PÁEZ
JOSE ALFONSO CASTILLO CHIVARÁ**

Trabajo de Grado para Optar al Título de Especialista en Ingeniería Ambiental

**Director
ING. MARTHA CRISTINA FORERO UZAHETA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2016

DEDICATORIA

A Dios por permitirme avanzar un escalón más en la vida.

*A mi familia por el apoyo incondicional.
A mis amigos y personas que me han
brindado su apoyo y ayuda para la
realización de este trabajo y así poder
contribuir al mejoramiento del medio
ambiente.*

Alfonso Castillo

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios Todopoderoso, quien me dio la vida, la sabiduría, para terminar este proyecto.

A mi familia por el amor, la comprensión, paciencia y apoyo en los momentos más difíciles, cuando sentía que mis fuerzas se agotaban.

A mis amigos por el aliento, a seguir adelante.

Fabián Mantilla

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a:

La universidad Industrial De Santander por ser parte fundamental de los conocimientos adquiridos en la especialización de ingeniería ambiental.

Al director de la monografía: Ingeniera Martha Cristina Forero Uzaheta especialista en Gerencia de Proyectos quien contribuyo con la realización de la presente monografía.

Al Ingeniero Aldemar Serrato, especialista en sistemas de información geográfica, por el apoyo y asesoría brindada en este proyecto.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. OBJETIVOS	19
1.1.OBJETIVO GENERAL	19
1.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS	19
2. NORMATIVIDAD VIGENTE PARA ESCOGENCIAS DE ÁREAS	20
2.1.LEYES DECRETOS, RESOLUCIONES Y ACUERDO	20
3. CRITERIOS DE ESCOGENCIAS	23
3.1.ASPECTOS GENERALES	23
3.2.ASPECTOS AMBIENTALES	23
3.2.1. Distancias mínimas a zonas de falla geológica	24
3.2.2. Amenaza sísmica	24
3.2.3. Amenazas por fenómenos de remoción en masa (FRM)	25
3.2.4. Caracterización de la pendiente de terreno	26
3.2.5. Identificación de zona de recarga de acuíferos	27
3.2.6. Características del Suelo	28
3.2.7. Cobertura vegetal	29
3.3.ASPECTOS TÉCNICOS	30
3.3.1. Accesibilidad Vial	30
3.3.2. Distancias	31
3.3.3. Servicios Públicos	31
3.3.4. Áreas Mínimas	32
3.4.ASPECTOS SOCIALES	32
3.4.1. Patrimonio Sociocultural	33
3.4.2. Patrimonio Construido	33

3.5.RESTRICCIONES Y PROHIBICIONES PARA LA UBICACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS CONVENCIONALES, PELIGROSOS, ESCOMBRERAS Y CEMENTERIOS	34
3.6.PROHIBICIONES	34
3.7.RESTRICCIONES	36
4. EVALUACIÓN CARTOGRÁFICA	38
4.1.COMPONENTE CARTOGRÁFICO	38
4.2.ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN	38
4.3.CRITERIOS PARA ANÁLISIS DE ESCENARIOS DE REGIONALIZACIÓN	39
4.4. ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOESPACIAL PARA LA DEFINICIÓN DE ÁREAS POTENCIALES	40
4.5.MÉTODO ESTÁNDAR ESTABLECIDO PARA IDENTIFICAR ÁREAS POTENCIALES	40
4.6.REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS DE INFRAESTRUTURAS PARA RELLENOS SANITARIOS	40
4.6.1 Áreas Destinadas a la protección	40
4.6.2 Corredores Biogeográficos	41
4.6.3. Hidrogeología	41
4.7.ÁREAS DE INFLUENCIA (GEO PROCESOS – BUFFER)	41
5. VERIFICACIÓN DE CAMPO	42
5.1.MEDIO DE CONTACTO CON LAS ADMINISTRACIONES MUNICIPALES	42
5.2.DEFINICIÓN PREDIAL PARA ORIENTAR LAS VISITAS DE CAMPO	43
5.3.DESCRIPCIÓN DE LISTAS DE CHEQUEO	45
5.4.LISTA DE CHEQUEO PARA ÁREAS POTENCIALES DESTINADAS AL MANEJO DE ESCOMBROS, CEMENTERIOS, RESIDUOS CONVENCIONALES Y PELIGROSOS	45
5.5.DESCRIPCIÓN DE FORMATOS ENCUESTAS	47

	pág.
6. ANÁLISIS MULTICRITERIO	49
6.1.APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA, MULTICRITERIO SAATY	49
7. DEFINICIÓN GEOESPACIAL DE ÁREAS POTENCIALES	54
7.1. ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEO ESPACIAL PARA LA DEFINICIÓN DE LAS ÁREAS POTENCIALES	54
7.1.1 Pendientes	54
7.1.2 Áreas Destinadas a la Protección	54
7.1.3 Corredores Biogeográficos	55
7.1.4 Hidrogeología	55
7.1.5 Áreas de influencia (geo procesos – Buffer)	55
7.1.5.1 Vías de acceso	55
7.1.5.2 Cascos Urbanos	55
7.1.5.3 Cuerpos de agua y corrientes superficiales principales	56
7.1.5.4 Drenajes secundarios	56
7.1.5.5 Fallas Geológicas	56
7.2. MUNICIPIO DE ANAPOIMA	56
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	68
ANEXOS	69

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla1. Normatividad vigente para escogencia áreas – Leyes	20
Tabla 2. Normatividad vigente para escogencia áreas – Resoluciones	21
Tabla 3. Normatividad vigente para escogencia áreas – Documento	21
Tabla 4. Criterios de escogencia (Aspectos generales)	23
Tabla 5. Criterios de escogencia (Aspectos ambientales)	23
Tabla 6. Criterios de escogencia (Aspectos Técnicos)	30
Tabla 7. Criterio de escogencias (Aspectos sociales)	32
Tabla 8. Escala fundamental para comparaciones fundamentales	52
Tabla 9. Identificación predial, como guía para visitas de área potenciales Municipio de Anapoima	60

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Proyecto Cartográfico con áreas potenciales identificadas para el Municipio de Anapoima	57

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Evaluación cartográfica fase 1	70
Anexo B. Evaluación cartográfica fase 2	72

RESUMEN

TITULO: MANUAL PARA ESCOGENCIA DE ÁREAS POTENCIALES EN EI MANEJO DE ESCOMBROS, CEMENTERIOS Y RESIDUOS SÓLIDOS CONVENCIONALES Y PELIGROSOS.¹

AUTOR: Fabián Mantilla y Alfonso Castillo²

PALABRAS CLAVES: Infraestructura, residuos sólidos, peligros y escombros, metodología, Sistemas de Información Geográfica.

DESCRIPCION O CONTENIDO:

Después de revisar cada uno de los planes de ordenamiento territorial, se encontró que la información con relación al área potencial específica de los cementerios era muy escasa, lo cual pudo deberse a que en el año que se elaboraron los documentos, originados por la ley 388 de 1997 no existía la normativa, como la Resolución 1447 de 2009 a excepción de la ley 9 de 1979 que los obliga a darle mayor relevancia a la planificación de los cementerios; actualmente existe el Decreto 808 del 2005, en el cual está basado este estudio ya que facilita la planificación y operación de sistemas de disposición final de residuos sólidos convencionales que debe estar incorporado en los planes de ordenamiento territorial con relación a las áreas potenciales. Por otro lado, el aumento en la producción de residuos peligrosos ha generado la necesidad de construir infraestructura para su manejo con el fin de dar cumplimiento a la obligación establecida en el Decreto 4741 de 2005, del hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, sobre identificar áreas potenciales para la localización de infraestructura para el adecuado almacenamiento, tratamiento y disposición final de estos residuos. Este estudio aplica el modelo desarrollado por el Programa de Investigación en Residuos – PIRS (2009) que combina Sistemas de Información Geográfica (SIG) y metodologías de evaluación multicriterio para la localización de infraestructura para el manejo de residuos sólidos, peligrosos y escombros en un área de estudio que abarca el departamento de Cundinamarca.

¹ Proyecto de grado

² Facultad de Ingenierías fisicoquímicas. Escuela de ingeniería Química. Especialización en Ingeniería Ambiental..
Director: Martha Cristina Forero Uzaheta

ABSTRACT

TITLE: MANUAL FOR CHOICE OF POTENTIAL AREAS DEBRIS MANAGEMENT, CEMETERIES AND CONVENTIONAL SOLID WASTE AND DANGEROUS.³

AUTHOR: Fabián Mantilla y Alfonso Castillo ⁴

KEY WORDS: Infraestructura, solid waste, hazards and debris, methodology, Geographic Information Systems.

CONTEND:

After reviewing territorial order plans, it was found that the information regarding the potential specific area of cemeteries was very low, which may be because in the year that the documents were produced, originated by law 388 1997 there was no legislation, such as Resolution 1447 of 2009 except for the law 9 of 1979 which obliges them to give greater importance to the planning of cemeteries; currently there Decree 808 of 2005, which is based on this study because it facilitates the planning and operation of disposal systems of conventional solid waste that must be incorporated into territorial order plans regarding potential areas. On the other hand, the increase in the production of hazardous waste has generated the need to build infrastructure for management in order to comply with the obligation established in Decree 4741 of 2005, the now Ministry of Environment, Housing and Territorial Development, to identify potential for locating infrastructure for the proper storage, treatment and disposal of these waste areas. This study applies the model developed by the Research Program Waste - PIRS (2009) combining Geographic Information Systems (GIS) and methods of multi-criteria evaluation for locating infrastructure for the management of solid, hazardous and debris waste in an area study covering the department of Cundinamarca.

³ Work Degree

⁴ Faculty of de physico- chemical Engineering. School of Chemical Engineering. Enviromental Enginer Especilist.
Directres: Martha Cristina Forero Uzaheta

GLOSARIO

OSIAE: Sistema de información, análisis y estadística

ARGIS: Es un conjunto de productos de software en el campo de los sistemas de información geográfica

SHAPEFILE: Se trata de un formato vectorial que guarda la localización de elementos geográficos y atributos a ellos asociados, pero no es capaz de almacenar relaciones topológicas.

BUFFER: Memoria de almacenamiento temporal de información que permite transferir los datos entre unidades funcionales con características de transferencia diferentes.

UMATA: Es la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria, es decir la dependencia de la Alcaldía municipal encargada de prestar Asistencia Técnica Directa gratuita a los pequeños productores agropecuarios del municipio.

ESCOMBROS: Son el conjunto de fragmentos o restos de ladrillos, hormigón, argamasa, acero, hierro, madera, etc. provenientes de los desechos de construcción.

RESIDUOS SOLIDOS: Basura o todo material y producto no deseado considerado como desecho.

RESIDUOS CONVENCIONALES: Se caracterizan por causar efectos adversos sobre la salud y el medio ambiente.

RESIDUOS PELIGROSOS: Se refiere a un desecho reciclable o no, considerado peligroso por tener propiedades intrínsecas que presentan riesgos en la salud y el medio ambiente.

CARTOGRAFÍA: Es la ciencia que se encarga de reunir y analizar medidas y datos de regiones de la Tierra, para representarlas gráficamente a diferentes dimensiones lineales

INTRODUCCIÓN

En este documento se crea un manual de áreas para infraestructuras para el manejo de escombros, cementerios y residuos sólidos convencionales y peligrosos de acuerdo a las normativas vigentes en la constitución, en el cual se utiliza la metodología multicriterio que es una herramienta versátil, que modela procesos de selección a través de una estructura jerárquica, utilizando una escala de prioridades, basada en la preferencia de un elemento sobre otro. La particularidad de cada metodología multicriterio está en la forma de transformar las mediciones y percepciones en una escala única, a modo de poder comparar los elementos y establecer ordenes de prioridad.

En búsqueda del objetivo de ubicar las mejores partes en el que no afecten a la comunidad del municipio y no alteren la salud de las personas obteniendo un buen bienestar para sí mismos.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Poder identificar y localizar áreas potenciales para el manejo de escombros, cementerios, residuos convencionales y peligrosos para los municipios del país, representadas a través de proyectos cartográficos y los criterios técnicos, ambientales, sociales, económicos, financieros y jurídicos a la metodología de Evaluación Multicriterio, Mediante la adaptación del presente manual.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar el programa que emplea metodología multicriterio, para hacer el análisis y selección de las dos áreas potenciales que deben escogerse para el manejo de residuos convencionales, residuos peligrosos, escombros y cementerios.
- Describir de manera general la metodología sobre la cual se desarrolla el programa.
- Presentar a modo de ejemplo un ejercicio donde se hace un análisis sobre diferentes criterios con los cuales se buscan definir áreas potenciales.
- Definir a partir del análisis de los datos cartográficos, la estructura de la información geoespacial para la identificación de las áreas potenciales.
- Realizar el análisis espacial a través de la plataforma de Sistema de Información Geográfico basado en la estructura de información espacial.
- Implementar la metodología diseñada y hacer seguimiento para garantizar una correcta ejecución a través del cumplimiento de los indicadores definidos, con el ánimo de dejar solo visita de campo de especialistas parra dicho.

2 NORMATIVIDAD VIGENTE PARA ESCOGENCIAS DE ÁREAS

2.1 LEYES DECRETOS, RESOLUCIONES Y ACUERDOS.

Tabla 1. Normatividad vigente para escogencia de áreas – Leyes

NORMA	EXPIDE	DESCRIPCIÓN GENERAL
LEY		
1259 de 2008	Congreso de Colombia	La finalidad de la presente ley es crear e implementar el Comparendo Ambiental como instrumento de cultura ciudadana, sobre el adecuado manejo de residuos sólidos y escombros, previendo la afectación del medio ambiente y la salud pública, mediante sanciones pedagógicas y económicas a todas aquellas personas naturales o jurídicas que infrinjan la normatividad existente en materia de residuos sólidos; así como propiciar el fomento de estímulos a las buenas prácticas ambientalistas.
DECRETO		
2676 de 2000	Ministerios del Medio Ambiente y Ministerio de Salud	Tiene por objeto reglamentar ambiental y sanitariamente la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares, generados por personas naturales o jurídicas
1609 de 2002	Ministerio de Transporte	Establecer los requisitos técnicos y de seguridad para el manejo y transporte de mercancías peligrosas por carretera en vehículos automotores en todo el territorio nacional, con el fin de minimizar los riesgos, garantizar la seguridad, proteger la vida y el medio ambiente
1669 de 2002	Ministerios del Medio Ambiente y Ministerio de Salud	Modificación parcial del decreto 2776 de 2000

1713 de 2002	Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Desarrollo Económico	Establece las normas orientadas a reglamentar el servicio público de aseo en el marco de gestión integral, en materias referentes a sus componentes, niveles, clases, modalidades, calidad y al régimen de prestadoras del servicio y de los usuarios.
838 de 2005	Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se modifica el 1313 de 2002 y se dictan otras disposiciones. Tiene por objeto promover y facilita la planificación, construcción y operación de disposición final de residuos sólidos como actividad complementaria del servicio público de aseo, mediante la tecnología de relleno sanitario
4741 de 2005	Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Busca prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, así como regular el manejo de residuos o desechos generados con el fin de proteger la salud humana y el ambiente. Las disposiciones del presente decreto se aplican en el territorio nacional a las personas que generen gestionen o manejen residuos sólidos o peligrosos.
3600 de 2007	Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo.
3695 de 2009	Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Reglamenta el formato de presentación y contenido del comparendo ambiental, así como establece los lineamientos generales para su imposición al momento de cualquiera de las infracciones sobre aseo, limpieza y recolección de residuos sólidos
838 de 2008		Promover y facilitar la planificación, construcción y operación de sistemas de disposición final de residuos sólidos, como actividad complementaria del servicio público de aseo mediante la tecnología de relleno sanitario. Reglamenta el procedimiento por parte de las entidades territoriales para la definición de las áreas potenciales para la ubicación del relleno.

Tabla 2. Normatividad vigente para escogencia de áreas – Resoluciones

NORMA	EXPIDE	DESCRIPCIÓN GENERAL
RESOLUCION		
541 de 1994	Ministerio del Medio Ambiente	Por medio de la cual se 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
1045 de 2003	Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Define la metodología para la adopción y ejecución de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos
1164 de 2002	Ministerios del Medio Ambiente	Define el manual de procedimientos para la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares
1402 de 2006	Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se desarrolla parcialmente el decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005
1447 de 2009	Ministerio de la Protección Social	Regula la prestación de servicios en los cementerios de Inhumación, exhumación y cremación de cadáveres por parte de las empresas públicas, privadas o mixtas dedicadas a éste servicio.
5194 de 2010	Ministerio de la Protección Social	
ACUERDO		
178 de 2009	CAR	Define la zona de ronda, manejo y protección del río Bogotá

Tabla 3. Normatividad vigente para escogencia de áreas – Documento

DOCUMENTO	ELABORA	FECHA
Guía integral de residuos o desechos peligrosos.	Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Colombia, Mayo de 2007
Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Colombia.	Secretaría Distrital de Ambiente	Colombia, Octubre de 2008
Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos.	Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina	Uruguay, Septiembre de 2005
Informe Nacional Generación y Manejo de Residuos o Desechos Peligrosos en Colombia	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible-IDEAM	Colombia, Noviembre de 2011
Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente	Colombia, 2002
Criterios Generales para la Construcción y operación de Escombreras	Ministerio del Medio Ambiente	Colombia Marzo de 1996
Rellenos Sanitarios. Guía Ambiental	Ministerio del Medio Ambiente	Colombia, 2002
Medio Ambiente Delicados y la Ubicación de Instalaciones para Manejo de Residuos Peligrosos	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA)	Estados Unidos, Mayo de 1997
Ingeniería Ambiental	J Glynn Henry, Gary W. Heinke.	Segunda Edición, Prentice Hall, Mexico, 1999
Residuos Sólidos	Hector Collazos Peñaloza, Ramón Duque Muñoz	Quinta Edición, Acodal, Colombia 1998.
Fundamentos y Criterios para ubicación, diseño, instalación y operación de infraestructura para el tratamiento térmico de residuos o desechos peligrosos en plantas incineradoras y coprocesamiento	Manuek Rodríguez, Andrea Torrado, Sara Vera	Ministerios de Medio del Ambiente Colombia, 2010
Planes de Ordenamiento Territorial (POT), Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT) y Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT)		
Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos		
Proyección de Población 2005-2020	Departamento Administrativo de Estadística Nacional.	Colombia, Mayo de 2009

- 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 3695 de 2009: Por medio del cual se reglamenta la Ley 1259 de 2008 y se dictan otras disposiciones.
- Ley 1466 de 2011: por el cual se adicionan, el inciso 2° del artículo 1° (objeto) y el inciso
- 2° del artículo 8°, de la Ley 1259 del 19 de diciembre de 2008, "por medio de la cual se instauró 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.
- Constitución Política de Colombia, Art. 311, 313: Funciones y obligaciones ambientales. Decreto 2372 de 2010: Por el cual se reglamenta el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.
- Constitución Política de Colombia, Art. 311, 313: Funciones y obligaciones ambientales. Decreto 2372 de 2010: Por el cual se reglamenta el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.

3 CRITERIOS DE ESCOGENCIAS

3.1 ASPECTOSA GENERALES

Tabla 4. Criterios de escogencias (Aspectos generales)

	CRITERIO	VALOR Y/O CONDICIÓN
Aspectos Generales	a) Distancia mínima en línea recta desde el límite perimetral de la celda y el punto de asentamiento más cercano	1 Km
	b) Distancia óptima en línea recta desde el límite perimetral de la celda y el punto de asentamiento más cercano	5 Km
	c) Distancias mínimas a zonas habitadas especialmente a población como	Centro de salud, Centro de educación, Viviendas, Carceles, Poblaciones sensibles
	d) Fuera del perímetro urbano	
	g) Distancia a Aeropuertos	
	* Donde maniobren aviones de motor a turbina	3 Km
	* Donde maniobre aviones de motor a pistón	1,5 Km
	h) Distancia de Transporte	Accesibilidad al sitio de disposición Conexión con vías principales Distancias cortas del lugar de generación al sitio escogido
	i) Vías de acceso	Condiciones de la vía principal y de las vías que llevan al área potencial. Distancia de la vía principal al área potencial de ubicación Numero de vías de acceso
	j) Dotado de servicios de electricidad, agua potable, red de sanitaria y pluvial	

3.2 ASPECTOS AMBIENTALES

Tabla 5. Criterios de escogencias (Aspectos ambientales).

	CRITERIOS	VALOR Y/O CONDICIÓN
Aspectos Ambientales	a) Entre el fondo del relleno y la tabla de agua, para el nivel de complejidad alto	
	b) No instalar dentro de la ronda hidráulica de ningún cuerpo de agua	
	e) Tomas de agua superficial	5 Km
	f) Nivel promedio de pluviosidad	Media multianual <1500 mm
	g) No ubicar en áreas de protección y conservación de recursos naturales	
	h) No ubicar en áreas de bienes y servicios ambientales	Humedales Área protegidas Nacimientos de agua Páramos Zonas de amortiguamiento Parques y reservas naturales

3.2.1 Distancias Mínimas a Zonas de Falla Geológica. Si la localización para infraestructura destinada al manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos, se ubica cerca o sobre una falla geológica, que puede ser de tipo direccional, normal o inversa; con el transcurrir del tiempo se corre el riesgo de que al presentarse o activarse algunos procesos como agrietamiento, avalancha (alud), reptamiento (creep), desestabilización, desplomes, deslizamientos, movimientos compuestos, flujos de tierras y detritos, etc.; a causa de un factor detonante como un sismo, la fuerza de gravedad o la acción de los agentes atmosféricos sobre las laderas y taludes en el terreno del predio, estos factores pueda hacer colapsar la infraestructura para el manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos. El criterio podrá ser aplicado por la experiencia del asesor, la evaluación cartografía temática (geología estructural, imágenes, fotografías e información secundaria) y las observaciones de campo.

Para evitar esta situación de riesgo, el Decreto 838 de 2005 prohíbe (específicamente para la instalación de infraestructura que maneje la disposición final de los residuos convencionales, no obstante será aplicable para las infraestructura donde se manejen escombros, cementerios y manejo de residuos peligrosos), localizar áreas a una distancia menor a sesenta (60) metros de la falla geológica. El guardar esa distancia mínima a la falla geológica es importante, porque evita que las infraestructuras que manejen residuos clasificados como escombros, no quedarán localizadas sobre áreas potencialmente peligrosas por la influencia tectónica regional, o la posible ocurrencia de procesos de desplazamiento que colapsen y comprometan la estructura física a desarrollar.

3.2.2 Amenaza Sísmica. Algunos municipios, se puede contar con el historial de movimientos telúricos presentados durante los últimos treinta años, para establecer en una región determinada, la frecuencia y grado de intensidad (aceleración sísmica) con la que suceden estos movimientos y cómo pueden

incidir sobre una infraestructura allí localizada La categorización de la amenaza sísmica es necesaria, porque previene que los sitios elegidos para la localización de las manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos, se encuentren dentro del rango de amenaza sísmica moderada a baja y a largo plazo no lleguen a representen un riesgo potencial, en caso de suceder movimientos telúricos con aceleraciones sísmicas que sobrepasen el factor de seguridad de diseño de las infraestructuras, ocasionando desestabilización, daños y afectación a las comunidades cercanas.

Este criterio está relacionado en el Decreto 838 de 2005 y en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) 2000 y se evaluará por la experiencia del asesor en cartografía temática de riesgo sísmico (información secundaria), análisis del historial sísmico y las observaciones en Campo.

3.2.3 Amenazas por Fenómenos de Remoción en Masa (FRM). Se aplicará según el área a evaluar, dado que habrán zonas más susceptibles que otras a presentar Caídas o desplomes. Por desprendimiento y caída de fragmentos de roca o detritos por efecto de la gravedad.

- ❖ Hundimiento o deslizamientos. Deslizamiento de masas de suelo, prácticamente intactas a lo largo de una superficie cóncava bien definida rotacional.
- ❖ Deslizamiento translacional. Movimiento a lo largo de superficies casi planas conformadas generalmente por la pendiente estructural de estratos más resistentes, sobre los que descansan depósitos o mantos de suelo residual
- ❖ Flujo Detritos. Movimiento casi siempre rápidos, de roca y suelo, con predominio de materiales gruesos.
- ❖ Flujo de tierras. Movimientos lentos, viscosos, de forma alargada y lobulada que generalmente retienen buena parte de cobertura vegetal.
- ❖ Flujo de Lodos. Masa de detritos reblandecida por el agua hasta tener

consistencia fluida.

- ❖ Reptamiento (Creep). Movimientos lentos que afectan la parte superior de los suelos, pueden abarcar grandes extensiones de terreno.
- ❖ Avalancha (Alud). Movimientos muy rápidos de masas de materiales, de tamaño y composición heterogéneos, con ciertas cantidades de suelos más finos (arcillas y limos), con presencia de agua.
- ❖ Puede tomar el nombre de avalancha de detritos cuando la masa contiene cantidades apreciables y mayores de 50% de materiales de tamaño superior al de las arenas
- ❖ Movimientos compuestos. Cuando se presentan simultáneamente o combinados o adyacentes los movimientos de tipo translacional, rotacional y los flujos, por acción del agua y múltiples factores como la gravedad.

La determinación de amenaza por fenómenos de remoción en masa (FRM) es importante, porque evita que los suelos y estratos rocosos donde se ubiquen los predios elegidos para desarrollar allí manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos, no sean susceptibles a presentar o desarrollar FRM que colapsen las infraestructuras ya realizadas y comprometan la integridad física de las mismas y de la población cercana.

Este criterio no obedece a ninguna normatividad y se aplica por la experiencia del asesor en cartografía temática de geomorfología (información secundaria), análisis de otros estudios publicados y las observaciones en campo.

3.2.4 Caracterización de la Pendiente del Terreno. Por medio de este criterio se establecen sitios planos, suavemente inclinados e inclinados; que faciliten la disposición final al manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos, mediante un adecuado diseño; sin embargo es posible que en algunos municipios se presente el caso de optar por predios con mayores rangos de pendiente, por ejemplo entre abrupta a muy abrupta, debido a la escases de

terrenos que posean menores rangos de pendiente. De igual manera, se pueden ubicar predios que no se localicen sobre drenajes naturales para facilitar el manejo de aguas lluvia o escorrentía; basado en la experiencia del asesor, se evaluará a través de fotointerpretación, análisis de imágenes y la aplicación de software, que establezcan el rango de pendiente; la evaluación se hace por medio de imágenes, fotografías y es corroborada en las salidas de campo.

La caracterización de la pendiente del terreno es necesaria, porque ayuda a que los predios elegidos para la identificación y localización de áreas potenciales para el manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos, se encuentren dentro del rango de pendiente que permita la estabilidad de laderas y corte de los taludes, en el momento de desarrollar allí la instalación.

3.2.5 Identificación de Zonas de Recarga de Acuíferos. Este criterio ayuda para que la localización de áreas potenciales para el manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos, no se de sobre zonas de recarga de acuíferos o acuíferos libres, cuyos flujos de agua subterráneos sean susceptibles a la contaminación, sin embargo en las escombreras no se da por causa de los lixiviados.

Además cuando se instala la infraestructura para el manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos; en las actividades de descapote de cobertura o terraplenado de los estériles, se corre el riesgo de truncar o interrumpir flujos de agua subterráneos afectando el poder de captación del agua y recarga de las unidades hidrogeológicas presentes. Este criterio está aplicado por la experiencia del asesor en cartografía temática de hidrogeología (información secundaria), análisis de otros estudios publicados, inventarios de puntos de agua subterráneos y las observaciones en campo.

La identificación de zona de recarga de acuíferos es importante, porque evita que

los suelos y estratos rocosos donde se ubicarán los predios elegidos, pertenezcan a zonas de que no solo pueden verse afectadas por la obstrucción a que una infraestructura represente sobre un área de recarga de acuíferos, sino también por la susceptibilidad a la contaminación por manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos que puedan ingresar contaminados con residuos químicos (aceites y combustibles de maquinaria, entre otros) y faciliten la entrada de éstos en los flujos de agua subterráneos afectando las reservas del recurso hídrico.

3.2.6 Características del Suelo. Para la disposición de manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos, las características de textura del suelo pueden ser variadas, pasando desde arcillas, limos, y/o arenas; idealmente si los suelos son de material arcilloso, pueden ayudar a prevenir que el agua lluvia se infiltre y logre ser evacuada por la superficie del suelo, el fin último de este análisis, se enfoca en prevenir situaciones de contaminación por los productos químicos que pueden tener ciertos manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos, y que por efectos de percolación, pueden ser arrastrados a los suelos.

Este criterio está aplicado por la experiencia del asesor en fotointerpretación, análisis de imágenes y las observaciones en campo; la evaluación se hace por medio de imágenes, fotografías, información secundaria y en las visitas.

La identificación de las características del suelo es necesaria, porque ayuda a formarse una idea rápida de las particularidades que los suelos ofrecen para ubicar infraestructura para el de manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos, coincide con el criterio de cobertura al buscar a suelos degradados por actividades allí practicadas o por procesos intensivos de degradación (erosión).

3.2.7 Cobertura Vegetal. Este criterio se evaluará conociendo las condiciones del terreno, donde lo ideal es que las áreas a seleccionar exista algún tipo de explotación minera, o que los suelos hayan sufrido alguna explotación minera indiscriminada, pérdida avanzada de la vegetación o agotamiento en cuanto a sus características agrologicas, dejando con menor valoración aquellas área donde los suelos tengan cultivos, bosque, pastos, este criterio cuando es evaluado para este tipo de residuos, tiene como finalidad, recuperar aquellas zonas altamente degradadas ya sea por la acción del hombre o por la naturaleza. Este criterio es evaluado por el Sistema de Información Geográfica (SIG) y verificado en campo, teniendo en cuenta lo siguiente:

- ❖ Zonas de bosques (Vegetación Mayor a 2m)
- ❖ Zonas de matorrales (vegetación con altura menor a 2m)
- ❖ Zonas de cultivos
- ❖ Zonas con dominio de pastos
- ❖ Zonas degradadas (por erosión hídrica, eólica o por acciones antrópicas).
- ❖ Uso actual del suelo:

Este criterio evaluará las condiciones de uso actual del terreno y de su periferia, teniendo en cuenta la actividad económica actual si es agropecuaria, industrial, comercial, o si es de uso residencial o institucional, haciendo la salvedad, que el uso que se le va a dar al terreno no estará ligado a lo que este contemplado en el POT, PBOT y EOT del Municipio, si no que estará sujeto a lo que se verifique en campo.

La finalidad del criterio es localizar predios sin mucho valor económico (áreas con pasivos ambientales, zonas degradadas sin ningún tipo de aprovechamiento agropecuario) y que no afecte la economía de las personas de la zona.

3.3 ASPECTOS TÉCNICOS

Tabla 6. Criterios de escogencia (Aspecto Técnico)

ASPECTOS TÉCNICOS	CRITERIO	VALOR Y/O CONDICION
	a) Accesibilidad vial	Este criterio será evaluado por medio del sistema de información geográfico y verificado en las visitas a los predios.
	b) Distancias	A través de este criterio se establecerán las distancias mínimas y máximas que sean favorables para el emplazamiento de las infraestructuras destinadas al manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos.
	c) Servicios públicos	Aunque no figura como un criterio determinante para la ubicación y localización de infraestructura para el manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos, si debe ser evaluado por lo que puede representar en mayor o menor medida para el adecuado funcionamiento técnico
	d) Áreas mínimas	Corresponde a la superficie mínima que debe calcularse para el emplazamiento de las infraestructuras, la determinación de esta depende específicamente del manejo para el cual haya sido destinada.

3.3.1 Accesibilidad Vial. Basado en el documento de criterios generales para la construcción y operación de manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos, se establece a partir de este criterio, las condiciones que deben tener las vías para que estas sean favorables para el desarrollo de las actividades de recolección y transporte de escombros. Este criterio será evaluado por medio del sistema de información geográfico y verificado en las visitas a los predios.

Para el caso de los residuos provenientes de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos, aunque no se requiere de unas condiciones particularmente especiales en las vías (ejemplo: puede tener condiciones de

menor calidad en su estado, frente a los requerimientos de las demás infraestructuras), si se considera importante este criterio, porque al menos se debe contar con áreas potenciales que tenga vías de acceso y que las condiciones permitan la transitabilidad para llegar al terreno donde se depositarán los escombros.

3.3.2 Distancia. A través de este criterio se establecerán las distancias mínimas y máximas que sean favorables para el emplazamiento de las infraestructuras destinadas al manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos, a fin de generar recorridos operativos y económicamente viables para su funcionamiento. La evaluación y calificación de este criterio se hará a través del Sistema de Información Geográfico.

Como caso contrario a las áreas potenciales para el manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos, la selección de la zona donde se hará el manejo de los escombros, debe fijarse a una distancia cercana al centro de generación, que para este caso se referencia como el casco urbano, porque es la forma de hacerlo viable económicamente, al generar menos costos de transporte, si el vehículo que va a realizar la disposición de los mismos tiene que hacer recorridos más cortos, además de ser un tipo de residuo que no genera tanta prevención a la población como lo son los residuos convencionales y peligrosos.

3.3.3 Servicios Públicos. Aunque no figura como un criterio determinante para la ubicación y localización de infraestructura para el manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos, si debe ser evaluado por lo que puede representar en mayor o menor medida para el adecuado funcionamiento técnico y operativo de las instalaciones. El suministro de servicios públicos se verificará en las visitas a campo y se tendrán en cuenta los siguientes: Servicio de energía eléctrica, acueducto, alcantarillado y aseo.

En cuanto a las áreas donde se ha de realizar la disposición no todos los servicios son imprescindibles para su funcionamiento, llegan a ser necesarios el suministro electricidad, porque en el área se puede realizar trabajo de noche y se requiere por visibilidad y de agua, por cubrir esta necesidad básica para los empleados, el alcantarillado no es primordial, porque abría la opción de pozo séptico o baños portátiles.

3.3.4 Áreas Mínimas. Corresponde a la superficie mínima que debe calcularse para el emplazamiento de las infraestructuras, la determinación de esta depende específicamente del manejo para el cual haya sido destinada. Los valores serán aproximados, considerando los datos de proyecciones y las características de las instalaciones a construir.

El establecer un valor mínimo es necesario, porque dará una aproximación de la superficie que debe seleccionarse, para que la vida útil de la instalación allí emplazada sea tal, que aun en el correr de un tiempo definido, pueda satisfacer las necesidades del municipio, en relación a la disposición de escombros.

3.4 ASPECTOS SOCIALES

Tabla 7. Criterio de escogencias (Aspectos sociales)

Aspectos Sociales	CRITERIOS	VALOR Y/O CONDICIÓN
	a) Patrimonio sociocultural	Infraestructura en salud
		Cambio de oficios en población del área de influencia
		Proyectos ambientales que se desarrollen
b) Patrimonio natural	Zonas establecidas como proveedoras de servicios ambientales	
	Zonas de espacios arqueológicos, ubicación de grupos étnicos, comunidades campesinas y reservas naturales	
c) Patrimonio construido	Infraestructura social habitacional	
	Zonas productivas	

3.4.1 Patrimonio Sociocultural. Incluye a la población, su diversificación y la organización como sociedad en relación a lo político, lo cultural y la dinámica cotidiana. Este criterio evaluado para manejo de escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos, incluirá: proyectos ambientales que se desarrollen actualmente por miembros de la comunidad o representantes de la zona, porque este aspecto ayuda a corroborar la necesidad de continuar con ejercicios que benefician a la población en su modo de vida y además recuperan los espacios ambientales degradados, para utilizarlos como espacios recreativos, zonas de cultivo o uso de recursos naturales surgidos a partir del desarrollo de estos. Y zonas de encuentro, porque tener en cuenta estos espacios para la población, mantiene el equilibrio entre la rutina diaria y las actividades placenteras, enriquece la vida de la gente, contribuye al desarrollo y bienestar físico, es identidad y expresión, promueve las cualidades cívicas y como valor grupal, subordina intereses egoístas.

Evaluar este factor implica revisar las necesidades de la población y establecer nuevos espacios de encuentro tratando de no incidir en los hábitos de los pobladores. Este criterio será verificado por las visitas a campo.

3.4.2 Patrimonio Construido. Incluye la infraestructura, obras y demás elementos físicos y tecnológicos implementados por el hombre. Parte del análisis de la infraestructura social habitacional y zonas productivas, porque desde ellos, se puede relacionar las afectaciones a la salud que pueden generarse por la instalación de infraestructuras que maneje residuos como escombros cementerios y residuos convencionales y peligrosos, en zonas habitadas o cercanas a la población. Se analiza el uso del suelo, en donde se evidencien procesos erosivos, que puedan generar en la población enfermedades respiratorias, producidas por inhalación de material particulado, producto de la constante disposición de estos residuos sólidos.

3.5 RESTRICCIONES Y PROHIBICIONES PARA LA UBICACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS CONVENCIONALES, PELIGROSOS, ESCOMBRERAS Y CEMENTERIOS

Las restricciones y prohibiciones responde a las limitantes y condiciones que vetan la localización, de cualquiera de las instalaciones que se requieren para el manejo de las infraestructuras que van a manejar escombros, cementerios, residuos convencionales y peligrosos, o que pueden llegar a ser áreas potenciales, en donde si bien se pueden localizar este clase infraestructuras, deberán cumplir con ciertas especificaciones y requisitos

3.6 PROHIBICIONES

- ❖ No localizar en zonas de falla geológica, la ubicación de infraestructura destinada al manejo de escombros, cementerios, residuos convencionales y peligrosos no se podrá hacer en áreas a una Distancia menor a sesenta (60) metros de zonas de falla geológica, de lo contrario se pueden Presentar riesgos por agrietamientos, avalancha (alud), reptamiento (creep), desestabilización, Desplomes, deslizamientos, movimientos compuestos, etc. por factores detonantes como un sismo, o la misma fuerza de gravedad, entre otros casos.
- ❖ No ubicar en zonas de riesgo sísmico, que hayan sido categorizadas en condiciones de muy alto a alto.
- ❖ No ubicar en zonas de fenómenos de remoción en masa, que hayan sido categorizadas en condiciones de muy alto a alto.
- ❖ No ubicar en suelos de inestabilidad geotécnica, específicamente asociados a suelos arcillosos y pendientes muy inclinadas, porque estos no garantizan

ninguna seguridad en el transcurso del paso del tiempo a la infraestructura física allí asentada, por el contrario, puede suceder algún colapso que ponga en riesgo a la comunidad cercana.

- ❖ No ubicar en zonas de depósitos aluviales y de riesgo de inundación, tales como, avenidas torrenciales (AT) e inundaciones súbitas (IS). Estas inundaciones se presentan cuando, sucede un aumento de la precipitación en una región y la evacuación de las aguas de escorrentía es rápida, presentándose un aumento súbito de los niveles de los drenajes naturales y cuerpos de agua, que ocasionan el desborde y posterior anegamiento de las áreas aledañas a estos. También las inundaciones se pueden presentar por el represamiento de un cuerpo de agua ocasionado por un deslizamiento o FRM.
- ❖ Los cementerios no se podrán ubicar en zona donde el nivel freático sea inferior a 0,5 m de profundidad. Es una restricción importante para la selección de área, pero este criterio requiere apoyarse en estudios técnicos, en fases siguientes a este estudio.
- ❖ Ninguna de las infraestructuras que harán el manejo de los residuos convencionales, peligrosos, escombros y cementerios, se podrán instalar dentro de la faja paralela a la línea de mareas máximas, o a la del cauce permanente de ríos y lagos, a una distancia mínima de treinta (30) metros de ancho o las definidas en el respectivo POT, EOT y PBOT, según sea el caso.
- ❖ Ninguna de las infraestructuras que harán el manejo de los residuos convencionales, peligrosos, escombros y cementerios, se podrán instalar dentro de la faja paralela al sitio de pozos de agua potable, tanto en operación como en abandono, a los manantiales y aguas arriba de cualquier sitio de captación de una fuente superficial de abastecimiento hídrico para consumo humano, uso recreacional de contacto directo, de por lo menos quinientos

(500) metros; en zonas de pantanos, humedales y áreas similares.

- ❖ No pueden ubicarse en corredores biogeográficos.
- ❖ No se deben situar en áreas pertenecientes al Sistema de Parques Nacionales Naturales y demás áreas de manejo especial y de ecosistemas especiales.
- ❖ Ninguna infraestructura puede ser instalada en zonas de espacios arqueológicos, ubicación de grupos étnicos, comunidades campesinas y reservas naturales, esto contemplado desde el decreto 1811 de 1974.

3.7 RESTRICCIONES

- ❖ Para el caso de la disposición de residuos peligrosos estos deben situarse en lo posible en zonas industriales de alto impacto y alejados de viviendas e instituciones educativas y de salud.
- ❖ Frente a la proximidad de aeropuertos se deben descartar zonas que estén a menos de 13 Km a la redonda de cualquier aeropuerto, público abierto a los servicios aéreos.
- ❖ Para la localización de las infraestructuras que han de manejar escombros, cementerios, residuos convencionales y peligrosos, las distancias que han de conservarse serán entre 1Km y 5Km, medidos en línea recta, desde el límite del perímetro del casco urbano del municipio.

Para hacer la selección de las áreas donde potencialmente se ubicará infraestructura para el manejo de cementerios, escombreras, residuos convencionales y peligrosos, se deben considerar una serie de criterios, a través de los cuales se puedan evaluar las condiciones técnicas, ambientales, sociales,

que debería tener el sitio área para su escogencia. Los criterios empleados para el proceso de selección se obtienen de los lineamientos de la normativa ambiental colombiana, de las guías de manejo ambiental que existen y otros documentos técnicos relacionados con el tema.

Lo anterior se complementará con los criterios técnicos que pertinentemente establezca cada asesor, basándose en la experticia propia de su perfil profesional.

4 EVALUACIÓN CARTOGRÁFICA

4.1 COMPONENTE CARTOGRÁFICA

Como parte de las actividades a desarrollar dentro del alcance del convenio, está el diseño e implementación de una metodología basada en plataformas tipo Sistema de Información Geográfico (SIG), herramienta con las que se realizará el análisis de la información geoespacial, para llegar a la identificación de las áreas potenciales, para la ubicación de infraestructura destinada al manejo de residuos sólidos convencionales, peligrosos, escombreras y cementerios.

La referida actividad se basará en la aplicación de procesamientos espaciales bajo plataformas SIG, por la versatilidad que ofrece este tipo de programas para la identificación de áreas de interés, bajo la integración espacial de variables georeferenciadas, con las cuales se logra identificar, tanto la magnitud como la localización de áreas que cumplen con parámetros o criterios establecidos de manera previa, y que permitan orientar los análisis espaciales de la información. Actualmente, cualquier obra, proyecto o actividad que esté relacionada con la gestión o planificación de territorio, está orientada a ser manejada bajo procesamientos espaciales con herramientas tipo SIG, pues este tipo de tecnologías han sido desarrolladas precisamente para la resolución de problemas territoriales de una manera ágil y directa..

4.2 ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN

- ❖ Distancias a fallas geológicas.
- ❖ Amenaza sísmica.
- ❖ Fenómenos de remoción en masa
- ❖ Pendientes del terreno

- ❖ Zonas de recarga de acuíferos
- ❖ Características del suelo
- ❖ Cobertura vegetal

4.3 CRITERIOS PARA ANÁLISIS DE ESCENARIOS DE REGIONALIZACIÓN

- ❖ Centroides: Para el análisis de los volúmenes y características de los residuos producidos y localización de soluciones locales. La suma de los volúmenes locales dará a su vez criterios de costos en manejo técnico y ambiental.
- ❖ Análisis físico- espacial (Estructura de la geografía económica): a partir del concepto de estructuras de soporte físico con énfasis en el estudio de las situaciones de riesgo físico o normativo (zonas de usos residenciales, comerciales, industriales, en suelos urbanos, rurales y suburbanos) para el descarte de zonas y atención de las restricciones pre acordadas. Incluye también la Cuenca Hídrica como concepto facilitado para la localización de los escenarios de regionalización
- ❖ Infraestructura vial y cercanía de las soluciones locales: Involucran el análisis de la red de conectividad en relación con la cercanía de soluciones locales para la atención y el manejo de los residuos municipales tanto convencionales como peligrosos, escombreras y cementerios aun analizando la necesidad de nueva infraestructura vial y aislamiento de la solución de poblaciones cercanas.
- ❖ Definición de metodología y constitución de escenarios de regionalización para el manejo de escombros, cementerio, residuos convencionales y residuos peligrosos.
- ❖ Demanda y oferta de servicios de cementerios, y demanda y oferta de almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de residuos convencionales y peligrosos.

Este análisis permite la localización de las potenciales soluciones en un marco teórico regional.

4.4 ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOESPACIAL PARA LA DEFINICIÓN DE ÁREAS POTENCIALES

Esta fase involucra el ajuste y estandarización de los diferentes datos geográficos incorporados al análisis cartográfico, que obedecen a diferentes fuentes de información, de manera que al adelantar las respectivas superposiciones e integraciones de las capas geográficas disponibles, estos datos sean realmente comparables. Posterior a la referida estructuración de los datos, se procede a la aplicación de los criterios que por ser de carácter excluyente, delimitarán la búsqueda de las áreas para cada infraestructura por municipio, es decir, se identificarán bajo cartografía digital, los sectores que de manera integrada cumplan con la normatividad y criterios abordados por el grupo consultor.

4.5 MÉTODO ESTÁNDAR ESTABLECIDO PARA IDENTIFICAR ÁREAS POTENCIALES.

Teniendo en cuenta la información geo referenciada disponible, a continuación se indica de una manera detallada los procesamientos espaciales desarrollados, y los ajustes al método estándar establecido para orientar la identificación de las áreas potenciales para el manejo de escombros, cementerios, residuos convencionales y peligrosos en las provincias referidas.

4.6 REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS DE INFRAESTRUCTURAS PARA RELLENOS SANITARIOS

4.6.1 Áreas Destinadas a la Protección. A partir de la información obtenida en la Gobernación respecto a los archivos geográficos generados en la articulación de los Planes de Ordenamiento de los Municipios para la base cartográfica SIG

Regional OSIAE, se compiló y estructuró una capa geográfica que incorpora no solamente las áreas destinadas a la conservación de áreas naturales, sino aquellas que por su condición de deterioro o riesgo, requiere ser acogidas bajo una figura de protección.

4.6.2 Corredores Biogeográficos. Del rastreo de información en las diferentes instituciones de orden nacional o local que generan información geográfica, los corredores biogeográficos e iniciativas de conservación de la región como áreas excluyentes para la localización de proyectos de infraestructura para residuos convencionales, residuos peligrosos, cementerios y escombreras.

4.6.3 Hidrogeología. Atributos de la capa de hidrogeología según fueran áreas con alta productividad, referida a las rocas con porosidad primaria y secundaria, al igual que las zonas estimadas como pozos de aguas subterráneas.

4.7 ÁREAS DE INFLUENCIA (GEO PROCESOS –BUFFER)

Según los criterios adoptados en conjunto con el equipo consultor y la revisión jurídica de los parámetros para el establecimiento de este tipo de infraestructuras, se determinó generar áreas de influencia dentro del municipio a través de las herramientas de buffer del ArcGIS con:

- ❖ Vías de acceso: Se establecen como distancias óptimas para la localización de las diferentes infraestructuras un valor de 300m.
- ❖ Cascos Urbano: Rangos óptimos para la localización de infraestructura medidos desde el casco urbano entre 1 km (mínimo) y 5 km (máximo).
- ❖ Cuerpos de agua y corrientes superficiales principales: Se requiere estimar la ronda hidráulica para evitar la instalación de infraestructuras sobre estas zonas; para este caso se establece el valor dado por el Decreto 838 de 2005 correspondiente a 500m, medidos desde el eje.

5 VERIFICACIÓN DE CAMPO

5.1 MEDIO DE CONTACTO CON LAS ADMINISTRACIONES MUNICIPALES

El procedimiento se basó en lo siguiente:

- ❖ Ubicar a través de la página de internet de la alcaldía del municipio a visitar, los correos de las oficinas con las que directamente se va a desarrollar la visita, para este trabajo las dependencias de las alcaldías a contactar son: secretaría de gobierno, secretaría de ambiente o UMATA, oficinas de servicios públicos, inspección de policía, secretaría de hacienda.
- ❖ Enviar a través de un correo electrónico información relevante que explique de manera concreta quienes son las partes que desarrollan el convenio, el objetivo del mismo, el soporte y/o ayuda de parte de las dependencias arriba mencionadas para el desarrollo de la visita de verificación, haciendo énfasis, en la necesidad de contar con algún funcionario que delegue la Alcaldía, para el acompañamiento en la visita, esto con el fin de ir con una persona conocida por la comunidad y que a la vez conozca el Municipio específicamente las veredas que van a ser visitadas, buscado así, reducir tiempos en las búsqueda de las áreas potenciales y tener mayor seguridad de que el áreas visitada es la correcta.
- ❖ En algunos casos la información enviada vía correo electrónico deberá ser reforzada por una llamada a la administración municipal, principalmente cuando los correos reboten y no se tenga certeza de que la información haya llegado a los funcionarios indicados.

- ❖ En la medida de lo posible a los correos enviados a los municipios, se les adjuntará las listas de las áreas potenciales a visitar, estas llevan la cedula catastral de un predio que está ubicado en la zona de interés, con el fin ayudar como guía en la identificación de la vereda, nombre de predio o dueños, que por ser conocidos por los mismos funcionarios o los pobladores de la zona, permita una identificación rápida del área a verificar.

A continuación se adjuntan los correos enviados a los municipios.

5.2 DEFINICIÓN PREDIAL PARA ORIENTAR LAS VISITAS DE CAMPO

De los geo procesamientos anteriores, se identificaron las siguientes áreas potenciales que se reportan en el siguiente proyecto cartográfico generado bajo Software ArcGIS. A partir de las áreas obtenidas en la fase de estructuración de la información geo espacial, se identifican los predios que intersectan las áreas con potencial para la implementación de este tipo de infraestructuras en el municipio importante aclarar que si bien las áreas identificadas cumplen con los criterios de selección evaluados con el grupo consultor; estas están supeditadas al detalle en la escala de las capas, por lo que es necesario resaltar que se presentan como áreas potenciales mas no como definitivas. Solo será a través de estudios técnicos que mejoren el detalle de las variables aquí implementadas, que se podrá determinar de manera más precisa, si estas áreas son las más convenientes para el manejo de cada tema: cementerios, escombros, residuos convencionales y peligrosos.

Basándose en el criterio de área mínima, se determinan los siguientes valores de superficies: 6 hectáreas para manejo residuos convencionales, 0,5 hectáreas para manejo residuos peligrosos y 0,5 hectáreas para manejo de escombros por lo que es necesario generar una consulta sobre la capa predial, de manera que sean excluidos aquellos predios que no cumplan con dicho criterio de área. En la

localización de áreas potenciales para cementerio se buscan zonas cerca posibles al primer anillo de 1 Km del casco urbano del Municipio, a fin de generar el menor traumatismo para la población por la reubicación de esta infraestructura. Teniendo en cuenta la necesidad de identificar una unidad territorial oficial, para facilitar la identificación de las posibles áreas en campo para el establecimiento de las infraestructuras objeto de este proyecto, se incorpora a la imagen de satélite la capa predial del municipio, para ratificar los usos que presenta cada predio con el registro visual de la imagen de satélite disponible. Después de dicho registro visual respecto a la posición y magnitud de los posibles predios, se dispone a señalar aquellos que cumplen con los criterios señalados.

Una vez identificados los predios que cumplen con los criterios de área, se incorporan las imágenes de satélite, para la verificación de los usos del suelo que presenta la zona. En esta fase del proceso, se espera que los predios que cumplan con los criterios de área no se localicen sobre territorios altamente productivos, priorizando de esta manera, los predios que presenten terrenos con baja productividad o con un nivel de degradación apreciable sobre la imagen.

Se identifican las zonas de cultivo intensivo, semi-intensivo y de pastos manejados mediante el cambio de bandas de la imagen satelital que producen dichas imágenes satelitales, en la cual los cultivos intensivos se muestran en color naranja fuerte, los cultivos semi-intensivos se muestran de un color naranja un poco más opaco y las zonas de pastos manejados se muestran en escala de grises. Adicionalmente se identifican zonas dentro de la imagen satelital que mostrara suelo degradado para la localización de las infraestructuras correspondientes manejo de residuos convencionales, peligrosos y escombros.

Los predios seleccionados para el municipio después de la comparación con la imagen de satélite, serán los verificados en campo; para ello, se generó un reporte de los códigos de matrícula que serán confirmados en la oficina de planeación del

Municipio. Una identificación predial, le permitirá al equipo de trabajo hacer una mejor labor de ubicación del área potencial, al tener tanto el soporte de la ruta que reporta el GPS para acceder al lugar, como los datos del nombre de los predios o de los dueños de los mismo que están ubicados en el área de interés y que con la ayuda de los funcionarios que hagan el acompañamiento en la visita, dará mayor certeza de que el área que se está verificando es la misma que ubicó el Sistema de Información Geográfico (SIG).

5.3 DESCRIPCIÓN LISTAS DE CHEQUEO

Para el desarrollo del convenio, se han construido herramientas que sirve de soporte en el proceso de recopilación de información, dichos elementos están relacionados con listas de chequeo; estas figuran como una serie de preguntas, empleadas para verificar el grado de cumplimiento de las condiciones que se han establecido como criterios, para hacer la selección de las áreas potenciales.

Se han construido tres listas de chequeo enfocadas en la verificación de:

- ❖ Áreas potenciales para el manejo de escombros, cementerios, manejo de residuos convencionales y peligrosos.
- ❖ Cementerios existentes en el municipio.
- ❖ Prestación del servicio de aseo.

5.4 LISTA DE CHEQUEO PARA ÁREAS POTENCIALES DESTINADAS AL MENEJO DE ESCOMBROS, CEMENTERIOS, RESIDUOS CONVENCIONALES Y PELIGROSOS.

Para este cuestionario se involucraron una serie de preguntas que se ajustan a la información necesaria a recopilar, para establecer si es viable la selección de las áreas potenciales visitadas, con el fin de instalar infraestructuras que hagan el

manejo de los cementerios, escombros, residuos peligrosos y convencionales. La lista de chequeo consta de un total de 6 preguntas, cada una abre con otra serie de opciones a marcar, estas serán aplicadas para todas las áreas potenciales en las que se hará el manejo de los cementerios, escombros, residuos peligrosos y convencionales. La decisión de hacer un solo cuestionario radica, en que los criterios de selección para cada una de las áreas potenciales destinadas a los diferentes temas son los mismos, y en una visita de verificación con el alcance y espacio de tiempo en la que se desarrolla, nos permite obtener más información de solicitada en la lista de chequeo.

A continuación se enlista la estructura básica del cuestionario

- ❖ Incluye la información del departamento, provincia y municipio que se están visitando
- ❖ Fecha de la visita
- ❖ El nombre o número de la alternativa o área potencial visitada
- ❖ El serial de las fotos tomadas en el área visitada
- ❖ Las coordenadas marcadas del área
- ❖ La posible opción de destino del área, ya sea para manejo de escombros, cementerios, residuos peligrosos y/o convencionales
- ❖ Una columna que lleva el número del ítem
- ❖ Una columna que indica el criterio a evaluar, esta se abre en varias filas que amplían
- ❖ Opciones de selección
- ❖ Una columna de SI y otra columna de NO que serán marcadas según las condiciones con las que cumpla el área
- ❖ Una columna de observaciones, que permite adicionar información relevante en la visita.

5.5 DESCRIPCIÓN DE FORMATOS ENCUESTAS

Como parte del proceso de obtención de la información que soportará el análisis y evaluación de los criterios de selección del componente social, se construyeron dos instrumentos de trabajo, que permitirán un acercamiento global frente a la percepción que tiene la población sobre el medio ambiente y las condiciones actuales del lugar en donde viven, profundizando en las problemáticas generadas como consecuencia del manejo inadecuado de residuos convencionales, peligrosos, escombros y cementerios. De acuerdo a los resultados, se espera identificar dentro de la zona de influencia del área potencial a seleccionar, el grado de conocimiento de los pobladores frente al tema y las posibles estrategias que podrán surgir para desarrollar alternativas entre sector oficial y privado del municipio para con su población, en dado caso de que el área potencial para la instalación de cualquier tipo de infraestructuras objeto del convenio, se haga cerca del lugar habitado por cualquier poblador del municipio, y que la presencia de esta sea vista como una intromisión a su espacio vital, desmejorando su calidad de vida, entendida en términos de la pérdida de conservación de su ambiente, en la desaparición de espacios de esparcimiento, en la disminución de la seguridad de su zona y el valor de su propiedad, y en el impacto que pueda traer a los recursos naturales, económicos, humanos, etc. Los siguientes son los instrumentos que se consideraron pertinentes de aplicar, para lograr un acercamiento general a los pobladores y el conocimiento en relación a los temas que sobre medio ambiente y mejoramiento de la calidad se pretenden desarrollar a través del análisis de las zonas.

- ❖ **Sondeo de Percepción Ambiental:** Instrumento relacionado con la percepción ambiental que tienen los habitantes del municipio. La encuesta permite recopilar información general acerca de las personas que la responden, el tipo de vivienda, si es de uso habitacional, comercial, agrícola o industrial; la edad del entrevistado, su nivel de estudios, el nombre de la vereda en donde reside

y el número de habitantes; tiene en cuenta los componentes seleccionados para la verificación y selección de zonas potenciales, a partir de los factores escogidos para cada uno de ellos. La encuesta ayudará en la valoración que se realice para el análisis de los criterios sociales de la siguiente manera.

- ❖ Patrimonio socio- cultural: a través de este criterio aplicado en la encuesta se evalúan.

- ❖ Factores como: Cercanía al cementerio, proyectos ambientales o zona de recuperación y zonas de encuentro.

- ❖ Patrimonio construido: a través de este criterio aplicado en la encuesta se evalúan.

- ❖ Factores como: Infraestructura social habitacional y zonas con productividad.

6. ANÁLISIS MULTICRITERIO

La fase 1 y 2 (ver anexo 4) son las estructuras sobre la cual se desarrolla la metodología de evaluación multicriterio; partiendo de los siguientes principios:

- ❖ Establecer los criterios de selección que aplique para cada una de las infraestructuras
- ❖ Definir las prohibiciones que se establecen para el Sistema de Información Geográfico como criterios excluyente.
- ❖ Estandarizar y ajustar la información geográfica a fin de realizar un análisis cartográfico que en conjunto con los criterios de exclusión serán la base para generar una estructuración geoespacial, a fin de entregar como producto proyectos cartográficos en donde se representen las áreas a visitar.
- ❖ Verificar en campo las condiciones de los predios, observando aquellos criterios que no pueden ser valorados y analizados desde el sistema de información geográfico.

6.1 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA MULTICRITERIO SAATY

A través de esta herramienta, se analizarán los predios que hayan sido preseleccionados después de la verificación en campo a través de la lista de chequeo y que habiendo cumplido con los criterios, restricciones y prohibiciones, sean viables como áreas potenciales para el manejo de escombros, cementerios, residuos peligrosos y residuos convencionales; estos predios o alternativas entrarán a ser evaluados por cada uno de los asesores, desde los criterios correspondientes a su especialidad y desde el componente que cada asesor

representa, a fin de decidir cuál criterio y componente pesa más para determinar cuáles serán las dos áreas sobre las que potencialmente se establecerá el manejo de cada residuo

El proceso analítico jerárquico (AHP), es una metodología de análisis multicriterio desarrollada a fines de la década del 70 por el doctor en matemáticas Thomas L. Saaty. Con el tiempo se transformó en una de las metodologías multicriterio de mayor aplicación práctica, ese es el motivo por el cual se seleccionó para la aplicación objeto de este trabajo.

El AHP involucra todos los aspectos del proceso de toma de decisiones: Modela el problema a través de una estructura jerárquica, utiliza una escala de prioridades basada en la preferencia de un elemento sobre otro, de este modo combina la multiplicidad de escalas correspondientes a los diferentes criterios, sintetiza los juicios emitidos y entrega un ranking u ordenamiento de las alternativas de acuerdo a los pesos obtenidos (prioridades).

Esta metodología propone una manera de ordenar el pensamiento analítico, de la cual destacan tres principios básicos:

- ❖ El principio de la construcción de jerarquías
- ❖ El principio del establecimiento de prioridades
- ❖ El principio de la consistencia lógica

El segundo principio que destaca de este método multicriterio es el establecimiento de prioridades entre los elementos de la jerarquía. Se propone una escala de prioridades como forma de independizarse de las diferentes escalas que existen entre sus componentes. Los seres humanos perciben relaciones entre los elementos que describen una situación, pueden realizar comparaciones a pares entre ellos con respecto un cierto criterio y de esta manera expresar la

preferencia de uno sobre otro. La síntesis del conjunto de estos juicios arroja la escala de intensidades de preferencias (prioridad) entre el total de elementos comparados. De esta forma es posible integrar el pensamiento lógico con los sentimientos, la intuición, (que es reflejo de la experiencia) los juicios que son ingresados en las comparaciones a pares responden a estos factores.

El tercer principio del pensamiento analítico es la consistencia lógica. Los seres humanos tienen la capacidad de establecer relaciones entre los objetos o las ideas, de manera que sean consistentes – es decir, que se relacionen bien entre sí y sus relaciones muestren congruencia. En este sentido consistencia implica dos cosas: transitividad y proporcionalidad; la primera es que deben respetarse las relaciones de orden entre los elementos, es decir, si A es mayor que C y C es mayor que B entonces la lógica dice que A es mayor que B. La segunda es que las proporciones entre los órdenes de magnitud de estas preferencias también deben cumplirse con un rango de error permitido. Por ejemplo si A es 3 veces mayor que C y C es dos mayor que B entonces A debe ser 6 veces mayor que B, este sería un juicio 100% consistente (se cumple la relación de transitividad y de proporcionalidad).

La escala a que se hace referencia existe en el inconsciente, no está explícita y sus valores no son números exactos, lo que existe en el cerebro es un ordenamiento jerárquico para los elementos. Dada la ausencia de valores exactos para esta escala la mente humana no está preparada para emitir juicios 100% consistentes (que cumplan las relaciones de transitividad y proporcionalidad). Se espera que se viole la proporcionalidad de manera tal que no signifique violaciones a la transitividad.

Tabla 8. Escala fundamental para comparaciones fundamentales

TABLA 1 ESCALA FUNDAMENTAL PARA COMPARACIONES A PARES. FUENTE: "TOMA DE DECISIONES PARA LIDERES" (THOMAS SAATY).		
INTENSIDAD	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
1	Igual	Dos actividades contribuyen de igual forma al cumplimiento del objetivo
3	Moderada	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra
5	Fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la práctica
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara
2,4,6,8	Para transar entre los Valores anteriores	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes
Recíprocos	Si la actividad <i>i</i> se le ha asignado uno de los números distintos de cero mencionados cuando se compara con la actividad <i>j</i> , entonces <i>j</i> tiene el valor recíproco cuando se la compara con <i>i</i> ($a_{ij} = 1/a_{ji}$)	Hipótesis del método

En la tabla 1 se definen y explican los elementos que forman la escala recomendada para las comparaciones a pares entre los elementos de los niveles de la jerarquía, los valores en ella contenidos representan una escala absoluta, con los que se puede operar perfectamente. En todo caso cabe señalar que el método es independiente de la escala utilizada.

De esta manera el Análisis Jerárquico de Procesos integra aspectos cualitativos y cuantitativos en un proceso único de decisión, en el que es posible incorporar simultáneamente valores personales y pensamiento lógico en una estructura única de análisis a modo de convertir el proceso que ocurre naturalmente en nuestra mente en un proceso explícito, facilitando y promoviendo la toma de decisiones bajo escenarios multicriterios, promoviendo resultados más objetivos y confiables.

7. DEFINICIÓN GEOESPACIAL DE ÁREAS POTENCIALES

7.1 ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEO ESPACIAL PARA LA DEFINICIÓN DE LAS ÁREAS POTENCIALES

Una vez adelantadas las respectivas revisiones de los datos geográficos y teniendo en cuenta, se genera el proyecto cartográfico en formato ArcGIS 9.3 que compila temáticamente las capas geográficas disponibles.

Posteriormente atendiendo los criterios adoptados en conceso entre los profesionales temáticos, se estructuraron los datos de la siguiente manera:

7.1.1 Pendientes. Para este sector del Departamento, se contó con la información de pendientes generada para el Atlas de Cundinamarca producido por la Gobernación de Cundinamarca y teniendo en cuenta la clasificación de pendientes del referido mapa, se incorporó al proceso el archivo shapefile, en el cual, según la implementación de las infraestructuras establecidas en el marco de este proyecto, fueron incorporadas a los análisis espaciales las pendientes inferiores o iguales al 50%.

7.1.2 Áreas Destinadas a la Protección. A partir de la información que debe ser consultada los archivos geográficos generados en la articulación de los Planes de Ordenamiento de los Municipios para la base cartográfica SIG Regional OSIAE realizada por INSAT en 2007, se compiló y estructuró, una capa geográfica que incorpora no solamente las áreas destinadas a la conservación de áreas naturales, sino aquellas que por su condición de deterioro o riesgo, requiere ser acogidas bajo una figura de protección.

Por tanto, los sectores de los municipio que intersectan estos polígonos de

protección, fueron excluidas precisamente por la figura de suelo de protección que representan.

7.1.3 Corredores Biogeográficos. Del rastreo de información en las diferentes instituciones de orden nacional y regional que generan información geográfica, se incorpora para este proyecto la capa de información consultada en el Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt respecto a los corredores biogeográficos e iniciativas de conservación de la región como áreas excluyentes para la localización de proyectos de infraestructura para manejo de residuos sólidos, peligrosos, cementerios y escombreras.

7.1.4 Hidrogeología. De los datos entregados por la CAR, se categorizó la información asociada a la tabla de atributos de la capa de hidrogeología según fueran áreas con Alta productividad, referida a las rocas con porosidad primaria y secundaria, al igual que las zonas estimadas como pozos de aguas subterráneas. Dichos descriptores que presentaran coincidencia en los territorios del municipio, fueron directamente descartados, precisamente por el riesgo que representaba su localización para el recurso de agua subterránea del municipio.

7.1.5 Áreas de influencia (geo procesos – Buffer). Según los criterios adoptados en conjunto con el equipo consultor y la revisión jurídica de los parámetros para el establecimiento de este tipo de infraestructuras, se determinó generar áreas de influencia dentro del municipio a través de las herramientas de buffer del ArcGIS con:

7.1.5.1 Vías de acceso. Se establecen como distancias óptimas para la localización de las diferentes infraestructuras un valor de 300m

7.1.5.2 Cascos Urbano: Rangos óptimos para la localización de infraestructura medidos desde el casco urbano entre 1 km (mínimo) y 5 km (máximo).

7.1.5.3 Cuerpos de agua y corrientes superficiales principales, se requiere estimar la ronda hidráulica para evitar la instalación de infraestructuras sobre estas zonas; para este caso se establece el valor dado por el Decreto 838 de 2005 correspondiente a 500m, medidos desde el eje principal del río principal, y/o perímetro del cuerpo de agua en cuestión.

7.1.5.4 Drenajes secundarios: se descartan los 30m de ronda de las quebradas y ríos secundarios según Decreto 838 de 2005.

7.1.5.5 Fallas Geológicas: se descartan las zonas a 60mts de las fallas geológicas. Decreto 838 de 2005.

Nota: Es importante acotar que las áreas de influencia establecidas, obedecen a los elementos geográficos registrados para cada archivo shapefile entregado por la Corporación o consultado en las diferentes instituciones productoras de información ambiental. Pues dentro de este convenio no se estipula la actualización, edición o incorporación de información geográfica, por lo que los geo procesos aquí documentados parten de la base de información disponible.

Una vez generadas cada una de las capas temáticas anteriormente descritas, se aplica bajo el álgebra de mapas de las herramientas del ArcGIS las uniones e intersecciones requeridas entre dichas capas para establecer corredores sobre cada uno de los municipios de la provincia, de manera que se cumplan los criterios Bío físicos anteriormente descritos. Es así, que para cada municipio se identificaron áreas potenciales, las cuales se referencian en cada figura como las zonas sombreadas del municipio.

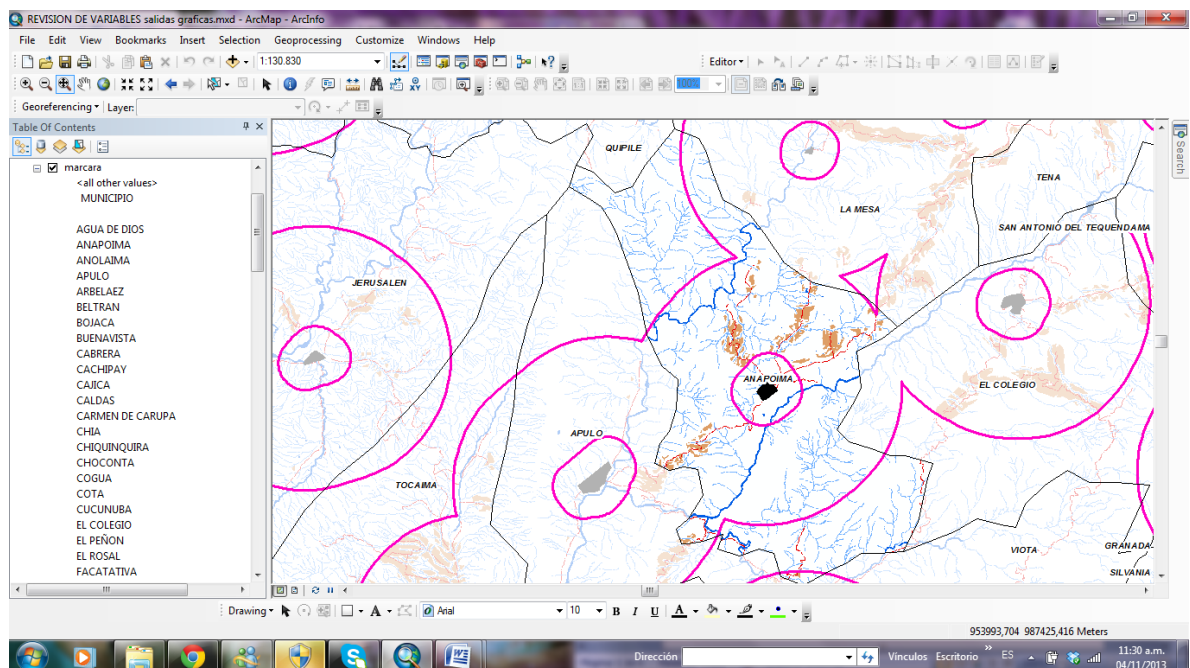
7.2 MUNICIPIO DE ANAPOIMA

De los geo procesamientos indicados para la provincia, se identificaron las

siguientes áreas potenciales que se reportan en el siguiente proyecto cartográfico generado bajo Software ArcGIS.

A partir de las áreas obtenidas en la fase anterior, se identifican los predios que intersectan las áreas con potencial para la implementación de este tipo de infraestructuras en el Municipio de Anapoima.

Figura 1. Proyecto Cartográfico con áreas potenciales identificadas para el Municipio de Anapoima



En el Municipio Anapoima se presentaron dificultades para la selección áreas potenciales relacionados, el relieve quebrado propio de la zona de cordillera, presencia de cultivos intensivos y semi-intensivos, la disponibilidad y alta presencia de drenajes en la zona, identificados mediante la capa de drenajes entregados por la CAR, presencia de bosques de acuerdo a la imagen satelital, la alta densidad demográfica y ocupación del suelo por viviendas, estas situaciones no permitieron hacer la identificación a través del Sistema de Información Geográfico (SIG) por lo tanto fue necesario cambiar la metodología

de identificación de las áreas potenciales, considerando conveniente que un primer grupo conformado por el asesor en geología y un auxiliar en ingeniería, realizaran una primera visita de reconocimiento de área, allí se tomaron puntos de georreferenciación de las áreas que el asesor consideró potenciales para el manejo de los diferentes temas posteriormente se procedió a descargar esta información para así alimentar la base de datos del SIG, para marcar en la capa predial del municipio entregada por la CAR, los predios escogidos en esta primera visita, y que luego serán verificados por el segundo equipo de trabajo. En el proceso de localización de las áreas potenciales, se solicitó el acompañamiento de un funcionario de la alcaldía, que indicara las áreas más planas del municipio o que estuvieran contempladas dentro de su Plan de Ordenamiento para la localización de las diferentes infraestructuras.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante aclarar que si bien las áreas indicadas cumplen con los criterios de selección evaluados con el grupo consultor; es necesario resaltar que se presentan como áreas potenciales mas no como definitivas. Solo será a través de estudios técnicos que mejoren el detalle de las variables aquí implementadas que se podrá determinar de manera más precisa si estas áreas son las más convenientes para el manejo de cada tema: cementerios, escombros, residuos convencionales y peligrosos.

Por la necesidad de identificar una unidad territorial oficial, para facilitar la identificación de las posibles áreas en campo para el establecimiento de las infraestructuras objeto de este proyecto, se incorpora a la imagen de satélite la capa predial del municipio, para ratificar los usos que presenta cada predio con el registro visual de la imagen de satélite disponible. El registro visual respecto a la posición y magnitud de los posibles predios, permite señalar aquellos que cumplen con los criterios señalados.

Basándose en el criterio de área mínima, se determinan los siguientes valores

de superficies: 0,1 hectáreas para manejo de residuos convencionales, 0,5 hectáreas para manejo de residuos peligrosos y 0,5 hectáreas para manejo de escombros por lo que es necesario generar una consulta sobre la capa predial, de manera que sean excluidos aquellos predios que no cumplan con dicho criterio de área. Para la localización de los predios para cementerio se buscaron predios que estuvieran cerca o junto al cementerio actual y así facilitar una ampliación o generaran menor traumatismo para la población por la reubicación de esta infraestructura. Se establece un área de al menos 144,56 m² para cementerio.

Finalmente, los predios seleccionados para el Municipio de Anapoima después de la visita del asesor en geología, serán los verificados en campo; para ello, se generó un reporte de los códigos de matrícula que serán confirmados en la oficina de planeación del Municipio. Una identificación predial, le permitirá al equipo de trabajo hacer una mejor labor de ubicación del área potencial, al tener tanto el soporte de la ruta que reporta el GPS para acceder al lugar, como los datos del nombre de los predios o de los dueños de los mismo que están ubicados en el área de interés y que con la ayuda de los funcionarios que hagan el acompañamiento en la visita, dará mayor certeza de que el área que se está verificando es la misma que ubicó el Sistema de Información Geográfico (SIG).

Se define una nomenclatura que genere orden, estandarización y agilidad en la lectura para la identificación de las áreas a evaluar, Así se reconocerán las áreas potenciales según el destino definido desde el análisis hecho a través del Sistema de Información Geográfico:

- ❖ Para áreas con potencialidad para manejar **cementerios** la nomenclatura será **CM** y se adicionarán los numero 1,2,3.....etc, según las áreas que logren ser seleccionadas por el Sistema de Información Geográfico (SIG).

- ❖ Para áreas con potencialidad para manejar **escombros** la nomenclatura será **EC** y se adicionarán los numero 1,2,3.....etc, según las áreas que logren ser seleccionadas por el Sistema de Información Geográfico (SIG).
- ❖ Para áreas con potencialidad para manejar **residuos convencionales** la nomenclatura será **RC** y se adicionarán los numero 1,2,3.....etc, según las áreas que logren ser seleccionadas por el Sistema de Información Geográfico (SIG).
- ❖ Para áreas con potencialidad para manejar **residuos peligrosos** la nomenclatura será **RP** y se adicionarán los numero 1,2,3.....etc, según las áreas que logren ser seleccionadas por el Sistema de Información Geográfico (SIG).
- ❖ Aparece una alternativa denominada Varios con nomenclatura **VR** y se adicionarán los numero 1,2,3.....etc, según las áreas que logren ser seleccionadas por el Sistema de Información Geográfico (SIG). Esta alternativa se toma como una segunda opción, en caso de que algunas de las áreas destinadas para cada tema, en el proceso de verificación y análisis no sean viables y esto limite la selección de las ocho (8) áreas mínimas requeridas, “Varios” sería otra opción que podría suplir el área faltante

Tabla 9. Identificación predial, como guía para visitas de área potenciales Municipio de Anapoima

CODIGO PREDIAL	ÁREA MÍNIMA (Ha)	N° ALTERNATIVA
25035000200080002	614472,902	EC2
25035000200080224	690581,430	RP1
25035000200110014	1406509,059	RS1
25035000200160075	1158030,767	RS2
25035000200150034	6747,800	RSA
25035000200010234	131910,629	VR1

Como se describe en la Tabla N°23 en el municipio de Anapoima, solo fueron seleccionados en la visita con el asesor de geología 6 áreas potenciales, por la extensión en la superficie de las alternativas será posible ubicar dos infraestructuras que compartan la misma área potencial, teniendo en cuenta que a través de la visita de verificación se podrá tomar la decisión de que áreas podrán tener en sus espacio más de una infraestructura, siempre y cuando las condiciones de la misma así lo permitan, el análisis multicriterio se evidencia para este municipio.

CONCLUSIONES

Para el departamento de Cundinamarca se evidencia que ninguno de los polígonos obtenidos como áreas potencialmente aptas obtuvo la calificación máxima, esto se explica por la multiplicidad de variables y la heterogeneidad de las mismas que ocasionan que los rangos de calificación sean diferentes y al superponerse en un SIG los pesos relativos de las variables no sean los mismos para todas las áreas.

Aunque los suelos de tipo arcillosos, por su baja permeabilidad, resultan preferibles para la instalación de rellenos de seguridad al hacer de barrera natural; para el departamento de Cundinamarca, el tipo de suelo ideal considerado corresponde al “Arcilloso-Arenoso”. Su elección corresponde a la consulta a expertos realizada por el PIRS, 2009 que analizaron que suelos solamente arcillosos eran inestables por deslizamientos, y los suelos arcilloso-arenoso disminuían esta probabilidad. A los dos tipos de suelo se les asignó las calificaciones más altas, 4 y 5 respectivamente., por lo tanto los dos son recomendables para el desarrollo de este tipo de infraestructura, dependiendo de los milímetros de lluvia que reciban y el sistema de drenaje y manejo de lixiviados del relleno, pues algunos atribuyen este fenómeno, al colapso de la Zona II del relleno sanitario Doña Juana en el año 1997 (Pinzón U. & Sotelo R., 2011).

Ninguna de las áreas potencialmente aptas clasificó dentro del tipo de suelo “arcilloso- arenoso”, todas traslaparon con suelos arcillosos, obteniendo una calificación de 4, de ahí se explica también porque no se obtuvo la calificación máxima para ningún polígono.

En el desarrollo de un proyecto de este tipo, donde se hace uso de Sistemas de Información Geográfica - SIG, necesariamente se debe contar con cartografía

temática en formato vectorial, en escalas apropiadas (preferiblemente en el rango de 1:5000 a 1:10000) y debidamente georreferenciadas, adicionalmente sería conveniente contar con información de imágenes ortorectificadas (orto imágenes o imágenes satelitales) que garanticen la calidad de los insumos con el fin de obtener resultados exitosos. El hecho de no contar con cartografía de alta precisión, no permite asegurar que las áreas obtenidas sean absolutamente idóneas para el fin que se busca, sin embargo los resultados aquí presentados resultan en un análisis de prefactibilidad que sirve de insumo para estudios futuros en el departamento de Cundinamarca que soporte una toma de decisión.

Se identificó que la calificación de algunas variables arrojó resultados muy similares por tipo de infraestructura al manejarse rangos de calificación muy homogéneos, lo que no permite evidenciar cambios importantes en los criterios de selección para uno y otro tipo de infraestructura. Esto se puede explicar porque la escogencia de áreas potenciales para llevar a cabo infraestructura como celdas de seguridad (las más restrictivas), da para que también aplique a otros tipos de infraestructura. Sin embargo, al emplearse criterios de carácter “general”, que no se complementan con otras variables de ubicación, puede que no se presenten factores diferenciadores entre una y otra área limitando el ejercicio de evaluación.

Para una variable como la de tipo de suelo que fue agrupada en tres categorías a nivel del departamento, sería posible complementarla con otros factores o variables de ubicación que aportaran criterios técnicos adicionales que se reflejen en la calificación total de las zonas. Así entonces se pueden incluir factores como la conductividad hidráulica (criterio asociado a la permeabilidad), la distancia a los niveles freáticos, la altura o el grosor de las capas de suelo e incluso la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación. Si se establecen criterios de aceptación para todas estas variables y se cuenta con

información confiable, es posible obtener resultados mucho más certeros que los que aporta una única variable.

La cantidad y calidad de variables empleadas en el modelo, es directamente proporcional a la confiabilidad que las mismas representan. Es decir, que para obtener áreas potencialmente aptas para localización de este tipo de infraestructura, se hace necesario considerar el mayor número de criterios o factores (agrupados como variables) que aporten desde diferentes puntos de vista, a la calificación de la potencialidad de la zona.

Una vez aplicada la metodología SIG, que en un principio fue empleada para un área como la ciudad de Bogotá, que cuenta con mayor información y de mejor calidad, a un área 15 veces mayor como la del caso de estudio (jurisdicción CAR – Cundinamarca), fue evidente que la disponibilidad de información era reducida y de menor calidad, que a medida que se corrió el modelo, se reflejó en vacíos y necesidades de información que hacen que el resultado sea un estudio de prefactibilidad y por lo tanto se recomienda analizarlo a mayor profundidad, en caso de considerar implementar este tipo de infraestructura en las zonas resultantes para una etapa posterior.

El estudio desarrollado por el PIRS, resulta ser una herramienta de análisis espacial que se comporta muy bien, independiente de la superficie de área a analizar. Es decir, es un estudio muy completo, de tipo abierto, que facilita la inclusión o eliminación de variables, el ajuste de rangos de calificación, entre otros.

Se hace necesario que previo a la realización de este ejercicio, las Autoridades Competentes cuenten con la información cartográfica necesaria, lo que posiblemente requiere esfuerzos adicionales en el desarrollo de estudios complementarios, que permitan generar cartografía precisa, actualizada y

válida para realizar este tipo de estudio. Así entonces, se listan algunas variables que si bien no fueron consideradas en este estudio por ausencia de información, se consideran una necesidad de información que resulta producto de este estudio.

1. Distancia al nivel freático o tabla de agua.
2. Mapa de unidades hidrogeológicas del departamento
3. Mapa de unidades geológicas y geomorfológicas
4. Mapa de Vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos
5. Mapa de fallas geológicas
6. Mapa de Microzonificación sísmica
7. Mapa de Amenazas por remoción en masa
8. Mapa de Usos del suelo
9. Mapa de división política con los mayores generadores de Respel
10. Mapa de áreas de expansión urbana

RECOMENDACIONES

Este estudio se desarrolló como una propuesta para dar cumplimiento a una obligación establecida por el Decreto 4741 de 2005, para identificar áreas potenciales para localización de Respel a fin de incluirlas en los Planes de Ordenamiento Territorial – POT’s de los municipios que integran el departamento de Cundinamarca. Sin embargo dado que el análisis aquí realizado abarcó el departamento como área total de estudio, se recomienda el uso del estudio aquí propuesto a cada municipio para realizar esta tarea de identificación y la utilización de cartografía del mayor detalle posible, para asegurar la idoneidad de las áreas a seleccionar.

Es claro que se debe contar con la cartografía asociada a los POT’s que hasta el momento hayan desarrollado los municipios, con el fin de verificar algunas otras variables que si bien no se han podido incluir en este análisis, son decisivas para la identificación potencial de áreas, una de ellas, la que tiene que ver con el uso del suelo, dado que el resultado de este estudio, no permite identificar si existen conflictos por uso de los polígonos arrojados por el modelo.

Se recomienda que el primer paso a desarrollar en la aplicación de este estudio sea la selección de áreas de exclusión o restricción, para ello, resulta sumamente importante contar con la totalidad de información cartográfica sobre factores de ubicación de tipo jurídico o normativo, que faciliten la identificación preliminar de áreas potenciales en la zona de estudio. Por lo tanto no es recomendable alterar el orden de los cruces, principalmente el relacionado con variables jurídicas, normativas o restrictivas, porque se generarían esfuerzos innecesarios a la hora de la evaluación.

Se recomienda complementar estudios posteriores con el uso de las variables no aplicadas en este modelo y mencionados en él numeral anterior, así como también complementar la evaluación con visita de campo, dado que muchas veces la cartografía disponible no se encuentra actualizada y las imágenes satelitales no permiten identificar muchos detalles de las áreas seleccionadas. Esta actividad aporta información clave para la selección o descarte de áreas.

BIBLIOGRAFÍA

AGUDELO, E. (2010). Un método de gestión ambiental adecuado para el tratamiento y la disposición final de un residuo peligroso. Caso: Tierra Fuller contaminada con aceite dieléctrico. Trabajo Final de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

BELLO Q., C. A., & VERGARA P., R. (2009). Gestión de los residuos peligroso en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. En Régimen jurídico y ambiental de los residuos peligrosos (pág. 486). Bogotá, D.C: Universidad Externado de Colombia.

COLLAZOS P. & DUQUE M. (1998). Residuos Sólidos. Acodal. Quinta edición. Santafé de Bogotá DC. p. 110- 160

GÓMEZ M. & BARREDO J. (2006). Sistemas de evaluación geográfica y evaluación multicriterio. Alfaomega Grupo editor S.A. México D.F. p. 126- 185.

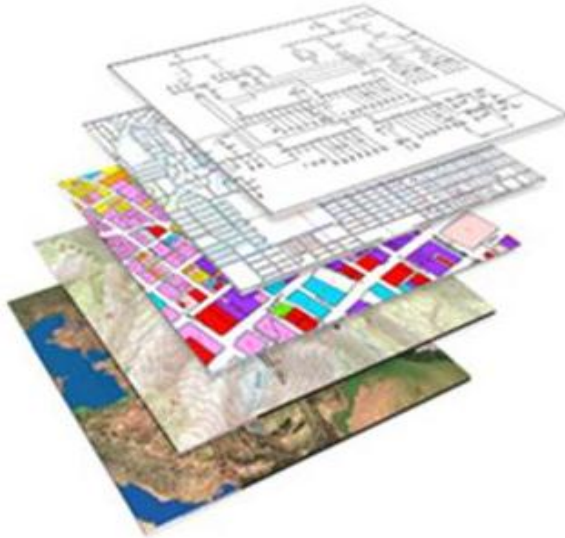
ANEXOS

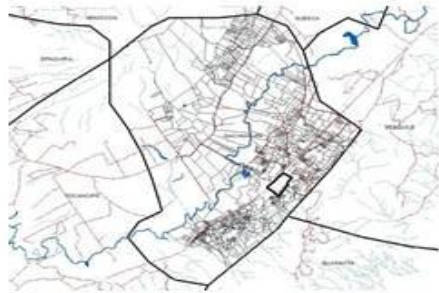
EVALUACIÓN CARTOGRÁFICA

FASE 1

Análisis de Variables “Aspectos Generales”:

- Pendientes: $\leq 50\%$
- Áreas destinadas a la protección
- Zonas de amenazas naturales
- Distancia a:
 - Vías de acceso: 300m
 - Cascos Urbano: Min 1Km- Optimo 5Km
 - Cuerpos de agua y corrientes superficiales: 500m.
 - De la línea de cauce permanente a lagos y ríos: 30m



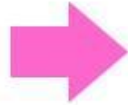


MUNICIPIO

MÉTODO:
FASE 1



**ÁREAS
POTENCIALES**



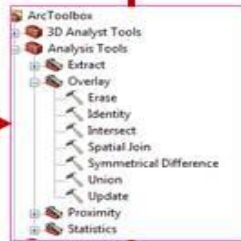
**DISTANCIA
VIAS ACCESO**



**DISTANCIAS A
CENTROS
POBLADOS**



Union



Intersect



**DISTANCIA
DRENAJES**



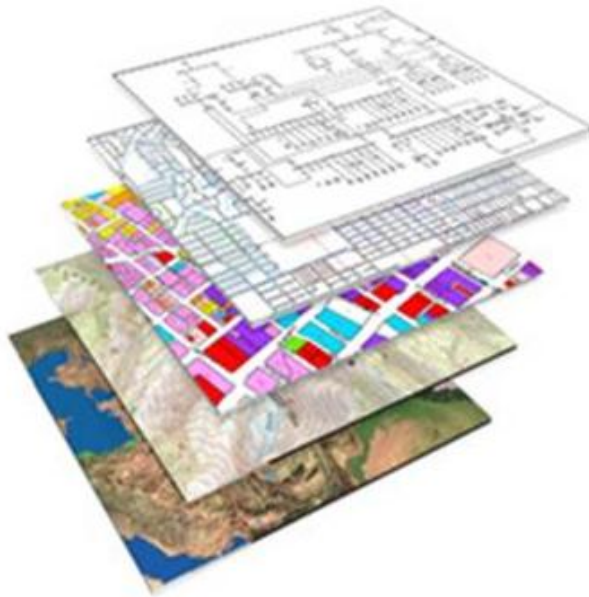
**ÁREAS PARA LA
PROTECCIÓN**



**AMENAZAS
NATURALES
ALTAS**



EVALUACIÓN CARTOGRÁFICA



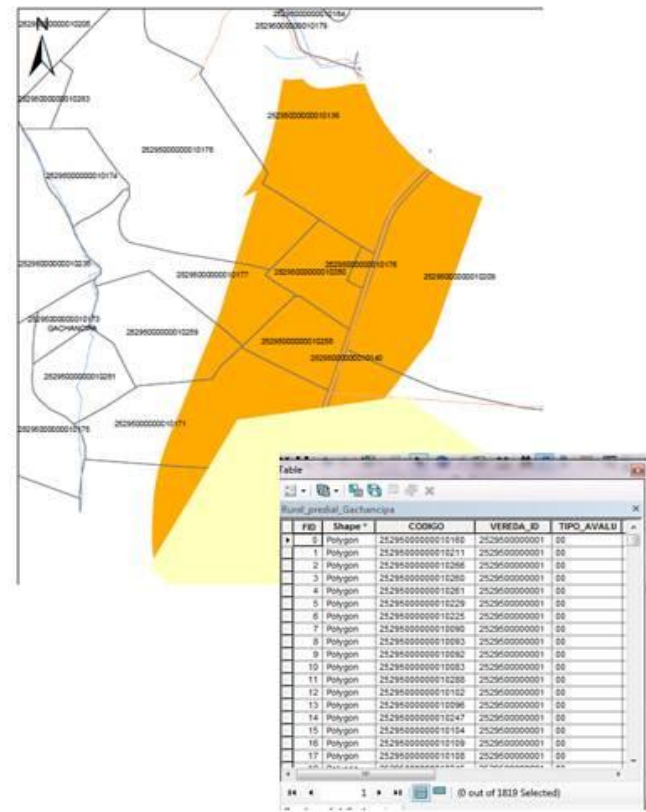
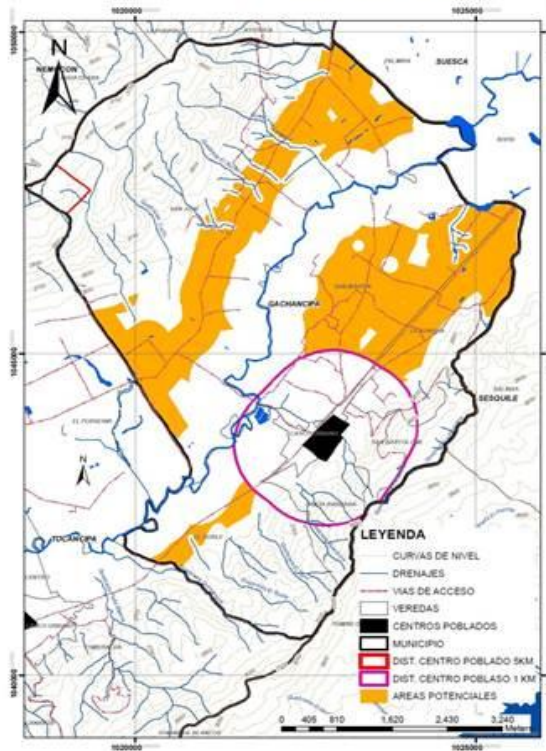
Fase 2

Análisis espacial de Aspectos Específicos:

- Cobertura y usos del suelo a partir de la interpretación de la imagen de satélite (no se incluye la clasificación de la imagen)
- Geomorfología (*disponible)
- Suelos (*disponible)
- Tamaño predial

EVALUACIÓN CARTOGRÁFICA

Municipio



Metodología de visitas

