

 <p>ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p><b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b></p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</p>
<p>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</p>		

#### **4.4.2 EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL**

Con el ánimo de avanzar en la definición de alternativas de disposición final adecuada de los residuos sólidos no aprovechables; garantizando una mínima afectación ambiental con unos costos razonables, se crea el proyecto de Evaluación de Alternativas de Reubicación del Sitio de Disposición Final para Bucaramanga y su Área metropolitana.

La escogencia del sitio de disposición final de los residuos sólidos no aprovechables en el suelo de forma controlada, constituye una de las actividades más importantes dentro del proceso de gestión de residuos sólidos, ya que la selección del sitio deberá tener como prioridad el minimizar los efectos de la disposición final sobre la salud pública y el bienestar de la comunidad y el medio ambiente, después de orientar los esfuerzos hacia la reducción de los residuos a disponer por la implementación de programas de reciclaje y de separación en la fuente.

En esta escogencia del sitio para ubicar el sistema de relleno sanitario como alternativa de disposición final; se consideran una serie de criterios generales y específicos, los cuales se aplican por separado a cada uno de los sitios seleccionados permitiendo así tener una primera evaluación de las condiciones ambientales locales, los impactos ambientales, sociales y técnicos que se tendría en cada uno de ellos.

En el siguiente documento se presenta la normatividad vigente, los modelos de selección del sitio para disposición final y la aplicación del modelo final desarrollado para cada uno de los sitios estudiados; presentados finalmente en una matriz de calificación de aptitud.

##### **4.4.2.1 DESCRIPCION DE LA PROBLEMÁTICA**

La cantidad de basuras en Bucaramanga y su Área Metropolitana aumenta en la medida que su población aumenta al igual que el ingreso per cápita. Todos los habitantes generamos basuras que deben ser finalmente dispuestos en algún lugar que cumpla con condiciones técnicas de seguridad y ambientales.

Son aquellas personas quienes viven en las cercanías de un relleno sanitario las que sufren las consecuencias de los malos olores, mosquitos, gallinazos, lixiviados, aumento del tráfico de los camiones recolectores, etc., y aunque sus efectos sean minimizados e incluso eliminados, aún existe una percepción negativa en la ciudadanía que la existencia de un relleno sanitario en las cercanías de su vivienda es altamente perjudicial.

Adicionalmente la capacidad de la zona actual de disposición final de las basuras alcanzará su capacidad próximamente, y aún no se cuenta con un sitio que cumpla con

 <p>ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p><b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b></p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL I SANTANDER</p>
<p>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</p>		

las condiciones técnicas y ambientales y se hace necesario identificar una zona donde se puedan disponer las basuras de Bucaramanga y su Área Metropolitana a futuro.

#### 4.4.2.2 OBJETIVOS

Dentro de los objetivos se establecen un objetivo general y unos objetivos específicos los cuales se describen a continuación:

##### OBJETIVO GENERAL

- Determinar el nivel de aptitud adecuado para cada una de las áreas seleccionadas como posible ubicación del sitio de disposición final de residuos sólidos no aprovechables, que refleje el cumplimiento de las normas sanitarias, ambientales y su viabilidad de incorporación a la estructura tarifaria vigente.

##### OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar los sitios pre- seleccionados por el Diagnostico Ambiental de Alternativas AMB 2002 y las nuevas opciones recibidas durante el desarrollo del PGIRS.
- Adoptar un modelo particular de selección de sitios de disposición final de desechos para el Area Metropolitana de Bucaramanga, partiendo de las Metodologías existentes y acorde con la normatividad vigente.
- Analizar las características de los sitios preseleccionados con relación a las variables del modelo desarrollado.
- Calificar los sitios mediante la aplicación de la matriz de selección dada por el Modelo, para obtener el nivel de aptitud

#### 4.4.2.3 DESARROLLO CONCEPTUAL

El desarrollo conceptual está relacionado con los criterios técnicos emanados de la experiencia y el conocimiento de aquellos expertos en la disposición de las basuras, criterios que permitirán fijar metas claras al momento de la selección del sitio para la disposición final de residuos sólidos no aprovechables. A continuación se presentan las diferentes metodologías de selección que permitirán adoptar una metodología propia del PGIRS DE Bucaramanga y su Área Metropolitana.

 AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	<b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL          ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b>	 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL I SANTANDER
EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL		

## ➤ CRITERIOS GENERALES DE EVALUACIÓN

### **CRITERIOS GUÍA AMBIENTAL PARA RELLENOS SANITARIOS 2002, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE - CRITERIOS Y RECOMENDACIONES PARA LA LOCALIZACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL Y/O RELLENO SANITARIO**

A nivel nacional, la principal consideración para selección de sitios para relleno sanitario, la constituye lo establecido en los Planes de Ordenamiento Territorial y Esquemas de Ordenamiento Territorial de los municipios. La planificación del uso de la tierra es un elemento fundamental en el proceso de ordenamiento territorial municipal, en la medida que permite identificar y seleccionar las mejores formas de utilización de la misma y de distribución y localización de las actividades en el territorio, considerando la realidad tanto biofísica como socioeconómica, cultural, tecnológica y política del territorio.

Se pueden considerar como condiciones ideales para el sitio de ubicación de un sistema de tratamiento y/o relleno sanitario las siguientes:

- Ser fácil y rápidamente accesible para los carros recolectores.
- Permitir su utilización por largo plazo, superior a diez años.
- Tener condiciones naturales que protejan los recursos naturales, la vida animal y vegetal en sus cercanías.
- Estar localizado de modo que el relleno sanitario no sea rechazado por la población.
- Ofrecer material de cobertura, en cantidad y calidad adecuada, dentro de las cercanías del sitio.
- La guía presenta algunos criterios generales para la localización de rellenos Sanitarios teniendo en cuenta las restricciones y potencialidades de los sitios que se evalúan para la ubicación de este sistema de disposición final.

Dentro de las consideraciones físicas se encuentran:

- Casco Urbano: La distancia mínima con respecto al límite del casco urbano, según los promedios a nivel internacional y la Resolución No. 822 de Agosto de 1998 del Ministerio de Desarrollo, debe ser de 1.000 m (valor aplicado en el RAS 2.000), pudiendo ser mayor o menor en función de los resultados de los estudios ambientales. En todo caso el uso del suelo del sitio en estudio debe ser compatible con el tipo de actividad que se realiza en los rellenos sanitarios, por tanto debe estar reglamentado en los Planes Básicos de Ordenamiento Territorial y en los Planes de Desarrollo Local. La ubicación de los rellenos sanitarios no debe imponer restricciones al crecimiento y desarrollo de la malla urbana, ni introducir cambios drásticos en el uso del suelo.

 <p>ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p><b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b></p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL I SANTANDER</p>
<p>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</p>		

- Distancia a Aeropuertos: El sitio donde se pretenda ubicar un relleno sanitario estará distante a 3.000 m de aeropuertos donde maniobren de aviones de propulsión a chorro y 1.500 m de aeropuertos con aviones a motor. El diseñador o las personas encargadas de seleccionar el sitio para la ubicación del Relleno Sanitario deben respetar estos rangos de restricción frente a la cercanía de aeropuertos, sin embargo si el sitio se localiza dentro de los rangos anteriores, se debe demostrar que las aves no representan un peligro para la actividad del aeropuerto. En la operación del relleno sanitario se deben considerar los procedimientos que se estimen más adecuados para reducir la disponibilidad de alimento para las aves e impedir que estas utilicen el área de disposición final como su hábitat.

Entre otras medidas se recomiendan:

- Cubrimiento de los residuos, el número de veces que sea necesario durante el día, de tal forma que no constituyan una fuente de olores y alimento.
- Trituración de residuos que contengan alimento.
- Eliminación de residuos del relleno sanitario que representen una fuente de alimento para algunos animales, a través de métodos de aprovechamiento como separación y compostaje.
- Uso de barreras físicas como alambradas alrededor del frente de trabajo.
- Cuerpos de agua: La distancia de ubicación del sitio para la disposición final, con respecto a cuerpos de aguas superficiales, deberá ser mínimo de 500 m a partir de la orilla del cuerpo de agua o de la base de los diques; en el caso de las corrientes superficiales, a partir del centro del cauce. Esta distancia podrá variar usando para ello las recomendaciones que se obtengan de los Estudios de Impacto Ambiental de la zona; en toda circunstancia pese al cumplimiento de los rangos de distancias mínimas especificadas, se debe demostrar que dadas las condiciones locales no se producirá la contaminación de las fuentes superficiales de agua. En caso que se prevea algún riesgo de contaminación, por mínimo que este sea, durante la etapa de diseño se deben contemplar las medidas necesarias para evitar, prevenir y controlar la contaminación de los cuerpos de aguas tanto superficiales como subterráneas.
- Zonas de fallas geológicas: El sitio para la localización de Rellenos Sanitarios, según Res. 822/98 del Ministerio de Desarrollo Económico, debe estar ubicado a una distancia superior a 60 m de zonas de fallas geológicas que hayan experimentado desplazamiento del sitio desde los últimos 10.000 años (Holoceno), previa demostración que la unidad mantendrá la integridad estructural en el evento de un desplazamiento de la falla, a la par que se garantiza la protección de la vida humana.
- Fuentes de agua potable: La distancia mínima del sitio a los pozos de agua potable, tanto en operación como en abandono, a los manantiales y a cualquier fuente superficial o subterránea de abastecimiento hídrico debe ser mayor de 500 m, para

 <p>ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p><b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b></p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</p>
<p>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</p>		

evitar la contaminación del agua de abastecimiento. Dicha distancia podrá variar en función de los resultados de los estudios ambientales.

- **Infraestructura:** Se deberán respetar todas las obras civiles como acueductos, vías alcantarillados, transmisión eléctrica y de comunicación.
- **Nivel Freático:** Se recomienda como criterio general como distancia mínima entre el fondo del relleno y la tabla de agua 5 m en condiciones de altura máxima del nivel freático (Época crítica), según Res. 822/98. Sin embargo, este parámetro debe ser evaluado y podrá variar, de acuerdo a las condiciones específicas del sitio en estudio. Ya que la capa de suelo que existe entre la superficie y el nivel de aguas freáticas puede actuar como un filtro o barrera natural, es necesario definir el tipo de suelo, su consistencia y textura para tomar una decisión al respecto. Entre mas impermeable sea el suelo existente entre el fondo del relleno y la tabla de aguas pueden considerarse menores profundidades para la tabla de agua y viceversa. Para proyectos regionales y donde se dispongan grandes cantidades de residuos es necesario que los estudios técnicos demuestren que las aguas superficiales y/o subterráneas no serán contaminadas.
- **Aspectos hidrológicos:** El lugar elegido como sitio de disposición final de residuos sólidos no deber estar localizado en zonas de pantanos, humedales y áreas similares. Para proyectos desarrollados en pequeñas localidades y en caso de tener restricciones en cuanto a este criterio se podrá localizar rellenos en estos sitios siempre y cuando se demuestre que:
  - No existen otras alternativas de localización disponibles.
  - No se contaminará el área.
  - No se violaran las reglamentaciones de calidad del agua.
  - No se pueden arriesgar especies amenazadas y hábitats críticos.
  - No se causará o contribuirá a una degradación de los humedales y similares.
  - El diseño debe demostrar claramente la estabilidad del suelo donde se construirá el relleno sanitario.
- **Aspectos Geotécnicos:** Los rellenos sanitarios no deberán ubicarse en sitios que puedan generar asentamientos que desestabilicen la integridad del lleno, como estratos de suelos altamente compresibles, sitios susceptibles de deslizamientos y aquellos donde se pueda generar fenómenos de carsismo. El valor máximo permitido de la permeabilidad del depósito superficial será de  $1 \times 10^{-7}$  cm. /s y debe tener un espesor mínimo de 1 m.

 <p>ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p><b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b></p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</p>
<p>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</p>		

- Aspectos Sísmicos: Para rellenos sanitarios regionales se deben realizar estudios dinámicos y de licuación, correspondiente a los Títulos A y H, respectivamente, de la Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistentes NSR-98. El diseño debe garantizar que la unidad resista la máxima aceleración horizontal y que permanezca estable. Para rellenos sanitarios de tipo local es necesario considerar el riesgo por eventos sísmicos y tener en cuenta las acciones necesarias para minimizar el riesgo.

Dentro de las consideraciones ambientales se encuentran:

- El relleno sanitario no deberá contaminar agua de uso doméstico efectivo o previsible, industrial o agrícola. Para lo cual además de respetar las distancias mínimas descritas anteriormente, el estudio ambiental debe demostrar que las aguas superficiales y/o subterráneas no serán contaminadas por la ubicación y operación del sistema de disposición final de residuos sólidos. La principal afectación que un depósito de residuos sólidos puede generar en las aguas superficiales y subterráneas, son por los lixiviados producto del paso del agua de lluvia a través de los paquetes de basuras, cuya carga medida como DBO, puede alcanzar valores de hasta 40000 partes por millón (ppm). Estos lixiviados no sólo poseen una elevada carga de DBO, sino que además pueden tener un alto contenido de metales pesados y bacterias patógenas.
- El relleno sanitario no puede ocasionar ninguna disminución en la calidad del agua superficial y/o subterránea de los acuíferos localizados bajo el relleno y de las aguas superficiales adyacentes a la unidad. Estos lixiviados pueden llegar a contaminar los cuerpos superficiales de aguas por escurrimientos no-controlados, o bien infiltrarse a través de formaciones permeables y contaminar los mantos acuíferos, con las consecuencias secundarias que esta contaminación provoca, como es la inutilización de estos recursos para su aprovechamiento futuro. En especial, cabe señalar que la contaminación de acuíferos elimina su aprovechamiento para diferentes usos, durante un plazo muy largo.
- Se deben considerar los impactos asociados a los olores y los ruidos generados por el tráfico debidos a la operación del relleno sanitario e igualmente las medidas para manejar dichos impactos. Las afectaciones que un sitio de disposición final de residuos sólidos puede provocar hacia la atmósfera, dependen en gran medida de la buena o mala operación del relleno sanitario, sin embargo desde la ubicación del sitio para localizar el relleno se pueden tomar medidas para prevenir la migración de contaminantes hasta las zonas pobladas. Normalmente los principales impactos que puede generar son: polvos, olores y en ocasiones humos. Se considera como la situación mas favorable los sitios en donde el viento incide en un ángulo de 180° de la población hacia el sitio de disposición final, de manera inversa la situación más desfavorable es aquella donde el viento sopla en un ángulo de 180° del sitio hacia la población como valores intermedios cuando la incidencia se presenta a partir del sitio y en dirección a la población, con un ángulo que de 90° a 180°, medido sobre un eje lineal que ligue al sitio con la población, en la evaluación de este criterio se debe considerar el número de días al año con vientos incidiendo del sitio a la población.

 <p>ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p><b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b></p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL I SANTANDER</p>
<p>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</p>		

- En el caso de que se dispongan en el relleno sustancias tóxicas, se debe tener en cuenta la evaluación de la emisión de dichas sustancias por el relleno y el efecto que puedan tener sobre la salud pública de las personas que habitan en los alrededores del relleno sanitario. Si el nivel de complejidad es alto, se debe contar con una zona especial, bien sea dentro del límite del relleno sanitario, o fuera de él, para la disposición final de residuos peligrosos. Los requisitos para el diseño y la operación se encuentran en el título F del documento Técnico Normativo del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Es conveniente que la localidad realice una gestión diferenciada de los residuos que allí se generen, esta gestión debe ser integral desde su generación hasta su disposición final.
- La operación de un relleno sanitario, implica la ocupación de un determinado sitio con una serie de características en cuanto a calidad de suelo, vegetación y fauna, que en ocasiones son difíciles de proteger. Por lo anterior el impacto puede ser mayor si el sitio se localiza en una zona de interés ecológico, ya que puede ocasionar daños irreparables en los ecosistemas; por lo que para estos casos, habrá que considerar en la elección del sitio, ciertas variables que se refieran a las características de los ecosistemas colindantes con el sitio, con el fin de evitar cualquier alteración por la obra del relleno sanitario. Además de lo anterior, la contaminación de los suelos y la disminución de su productividad, debido al contacto que pueden tener con lixiviados que se generan en cualquier sitio de disposición final de basura, son alteraciones que dañan a la agricultura, o bien llegan a inutilizar terrenos altamente cotizados para un determinado uso.

Dentro de otras consideraciones se encuentran:

- Las autoridades ambientales debe direccional y apoyar la elaboración y concertación de los Planes Maestros Regionales, los cuales, deberán desarrollar los principios básicos de la Política de acuerdo con las prioridades, plazos y gradualidad; en la elaboración de dichos Planes participarán activamente los entes territoriales, la comunidad, las organizaciones de recuperadores, la industria y las empresas de servicios públicos.
- Es conveniente que la autoridad ambiental requiera de los municipios la elaboración de los Planes Maestros locales, los cuales, se acogen a las directrices establecidas en los Planes Regionales de acuerdo con la capacidad de gestión, técnica y financiera de cada municipio, asignando los recursos humanos y económicos para garantizar su ejecución, siempre acordes con los Planes de Ordenamiento Territorial y Planes de Desarrollo.

**CRITERIOS DISEÑO Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS, HECTOR COLLAZOS PEÑALOZA – ASOCIACION INTERAMERICANA DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL AIDIS, ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL ACODAL**

 <p>AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p><b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b></p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL I SANTANDER</p>
<p>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</p>		

Este manual de diseño permite establecer las condiciones para el sitio de ubicación del relleno sanitario presentando condiciones fundamentales y la información indispensable que se debe tener para el área de estudio.

En cuanto a las condiciones fundamentales del sitio para la disposición:

- Preservar la salud y el bienestar de la comunidad.
- Preservar los recursos naturales: agua, aire, suelos y paisaje.

En cuanto a la información que se debe tener del sitio o del área de estudio para la disposición:

- Geología: que permita conocer los suelos y la estratigrafía de la zona, en donde se ubicara la zona de disposición.
- Espesor del suelo: para cálculo de materiales de cobertura en el sitio o en los alrededores junto a los costos de transporte, conocer la localización de la roca madre para proyectar niveles de excavación. Se recomiendan 9 m de espesores mínimo de 2 m a fin de garantizar material de cobertura y la no contaminación del subsuelo o de acuíferos por contacto con la roca madre.
- Pendientes: del paisaje edáfico en el sitio y a sus alrededores para diseño de las vías de acceso y la trama vial dentro de la zona de los trabajos de disposición. De preferencia la pendiente del terreno debe estar entre el 3% y el 12% y no mayores del 25% a fin de facilitar vías de acceso, vías internas y trabajos de operación y no menores del 3% para evitar dificultades con aguas de escorrentía y los lixiviados.
- Textura: como indicador de permeabilidad, los mejores sitios son aquellos que sus suelos son areno-limo-arcillosos, en segundo lugar los limo-arcillosos, en tercer lugar los arcillo-limosos y por último los areno-limosos que es mejor evitarlos, entre otras cosas, por su gran permeabilidad.
- Permeabilidad: que indica la necesidad o no de impermeabilizar el fondo de la disposición con aumento de los costos de adecuación de la zona de disposición y la potencial posibilidad de contaminar el subsuelo o las aguas subterráneas. Se recomiendan como máxima permeabilidad aquellos suelos con permeabilidad de 10-5 cm. /seg.
- Humedad: como indicador de la altura de la tabla de aguas o del nivel freático. Suelos húmedos aumentan los niveles de producción de gases y lixiviados. Es recomendable la presencia de suelos bien drenados con tablas de agua por debajo de los 3 m de profundidad durante todo el año desde el nivel de diseño de la base de la disposición, aquellos suelos que se deben drenar de forma artificial o que presentan tablas de agua entre 0.5 m y 3 m durante la mayor parte del año, implican costos altos por la implementación de drenajes artificiales.



 <p>ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p><b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b></p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL SANTANDER</p>
<p>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</p>		

- El Ph del suelo: permite medir la capacidad de intercambio catiónico entre las basuras y el suelo, las arcillas que son suelos de textura pesada tienen alta capacidad de intercambio a diferencia de los suelos arenosos. Se prefieren aquellos con Ph >6.0 y se aceptan terrenos con ph entre 5.5 y 6.0 y no se aceptan suelos con ph por debajo de 5.5, en caso de presentarse se requerirá el aumento del ph por métodos artificiales o implementación de geomembranas con sus correspondientes incrementos en los costos de adecuación de la zona de disposición.
- Revisión de Programas de Ordenamiento Territorial POT: Planes Básicos o Esquemas de Ordenamiento Territorial a fin de cumplir con la reglamentación municipal correspondiente.
- Riesgos especiales: se deben tener en cuenta áreas de riesgos especiales o cuidados especiales tales como reservas arqueológicas, conservación del paisaje, terrenos con deslizamientos o asentamientos y de alto riesgo sísmico, cumpliendo con los códigos y las normas sismorresistentes vigentes.
- El mejor sitio será aquel que este ubicado en un área que tenga una profundidad mayor de 9 m desde la superficie hasta alcanzar la roca dura, que tenga una pendiente del paisaje edáfico entre el 3% y el 12%; bien drenado, un nivel freático por debajo de 3 m todo el año, permeabilidad baja menor que 10-5 cm. /s, un suelo de arena gruesa gradósa, con un ph>6.0; que no se inunde, no ser susceptible a deslizamiento ni asentamientos.

## **CRITERIOS ESTUDIO PARA LA REGLAMENTACION DE LA DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS – JAIME SALAMANCA LEON**

Este documento corresponde a un estudio impulsado por la agencia Colombiana de Cooperación Técnica Internacional ACCI, el Ministerio del Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial con el que se pretende elaborar un Estudio para la Reglamentación de la Disposición Final de Residuos Sólidos, desarrollado por el Ingeniero Civil, M en I. Sanitaria y E. en Economía, Jaime Salamanca León.

Actualmente se encuentra en realización pero se introduce en este documento como parte del marco conceptual dado que parte de los contenidos presentados en el Capítulo V de Localización, se refieren a los criterios de localización de un futuro sitio de disposición final de residuos sólidos.

Aspectos en cuanto a las restricciones por la ubicación del relleno sanitario:

- Artículo 20. Restricciones en la ubicación de rellenos sanitarios: Para la ubicación de rellenos sanitarios se tendrán en cuenta las siguientes restricciones:

 <p>ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p><b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b></p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</p>
<p>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</p>		

- Proximidad a aeropuertos. El sitio donde se pretenda ubicar un relleno sanitario debe estar ubicado a una distancia mínima de 3.000 m de cualquier aeropuerto.
- Zonas de inundación. Un relleno sanitario no podrá estar ubicado en zonas de inundación.
- Áreas con fallas geológicas. El sitio para la localización de Rellenos Sanitarios, debe estar ubicado a una distancia superior a 60 m de zonas de fallas geológicas que hayan experimentado desplazamiento del sitio en los últimos 10.000 años.
- Zona de impacto sísmico. Ningún terreno de relleno sanitario podrá estar ubicado dentro de un área de alto riesgo sísmico. Para rellenos sanitarios Tipo A, B y C se deben realizar estudios dinámicos y de licuación, correspondiente a los Títulos A y H, respectivamente, de la Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistentes NSR-98 o su equivalente. Para rellenos sanitarios de Tipo D es necesario considerar el riesgo por eventos sísmicos y tener en cuenta las acciones necesarias para minimizar el riesgo.
- Áreas inestables. Los rellenos no podrán estar ubicados en áreas con probabilidad de deslizamiento, en formaciones geológicas calcáreas, susceptibles a hundimientos y subsidencia, o en zonas de sobre-explotación de minería subterránea.

En cuanto a la utilización del suelo:

- Artículo 21. Coherencia con el plan de ordenamiento territorial municipal o distrital: La elección del lugar para la ubicación del futuro relleno sanitario debe tener en cuenta lo establecido en el plan de ordenamiento territorial POT, Plan básico o esquema de ordenamiento territorial en lo referente a zonas en las que no se pueden ubicar rellenos sanitarios.

En cuanto a la localización del relleno sanitario:

- Artículo 22. Consideraciones en la localización de rellenos sanitarios: En la localización de terrenos para la ubicación de un relleno sanitario se tendrán en cuenta, como mínimo, las siguientes condiciones:
  - Condiciones del suelo y topografía. Al ser necesario cubrir los residuos colocados en el relleno sanitario cada día y proporcionar una cobertura final después de completar la operación, se deben obtener datos sobre las características y cantidades de los suelos de la zona. Si se va a utilizar como cobertura el suelo del lugar propuesto para el relleno sanitario, deben obtenerse datos sobre sus características geológicas e hidrológicas. Si el material de cobertura va a proceder de una fosa suplementaria de relleno, habrá que hacer sondeos para caracterizar el material. Se debe tener en cuenta la topografía local porque afectará al tipo de

 <p>ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p><b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b></p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</p>
<p>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</p>		

operación de relleno utilizada, a las necesidades de equipos y al trabajo necesario para hacer que el lugar sea utilizable.

- Condiciones climatológicas. Deben tenerse en cuenta las condiciones climatológicas locales en la evaluación de lugares potenciales. En muchas localizaciones, las condiciones durante el invierno afectarán el acceso al lugar. Un periodo de lluvias que pueda afectar el acceso a la zona de operación del relleno sanitario hará necesaria la utilización del área de emergencia. La fuerza y la predominante de los vientos también deben considerarse cuidadosamente para minimizar los impactos ambientales por olores y material particulado en la zona aledaña al relleno sanitario. Para evitar el vuelo de materiales residuales, hay que construir cortavientos fijos o móviles. La forma exacta de los cortavientos dependerá de las condiciones locales.
- Hidrología de aguas superficiales. La Hidrología local de las aguas superficiales de la zona es importante para determinar las características del drenaje natural y de escorrentía existentes que hay que tener en cuenta. Deben identificarse también otras condiciones de inundación (por ejemplo los límites de inundación en 100 años).
- Para desviar la escorrentía superficial fuera del lugar del relleno sanitario se debe tener en cuenta el área y las características de la cuenca.
- Condiciones geológicas e hidrológicas. Este es uno de los factores más importantes para establecer la aptitud ambiental de un lugar para instalar un relleno sanitario. Se debe asegurar que el movimiento del lixiviado y de los gases procedentes del relleno sanitario no afectarán la calidad de las aguas subterráneas o contaminarán otros acuíferos subsuperficiales o lechos de roca. Por esta razón es necesario valorar estos factores para establecer las medidas de control correspondiente.
- Condiciones ambientales locales. En la localización de los terrenos se deben considerar los impactos respecto al tráfico, ruido, olores, polvo, residuos volantes, impacto visual, control de vectores sanitarios, peligros para la salud y valores de la propiedad, no obstante las distancias mínimas establecidas en el presente decreto se deben establecer y mantener zonas adecuadas alrededor del relleno sanitario.
- Condiciones del material de cobertura. En la localización de los sitios de relleno sanitario se deben tener en cuenta la disponibilidad y características del material de cobertura. El material debe ser fácil de extraer y en lo posible con buen contenido de arcilla por su baja permeabilidad y su alta capacidad de absorción de contaminantes. Cuando sea escasa la disponibilidad se debe garantizar su adquisición en forma permanente y suficiente teniendo en cuenta su disponibilidad en lugares vecinos y los costos de transporte. Los requerimientos de material de cobertura pueden variar entre el 15 y el 30 del total de los residuos dispuestos dependiendo del método del relleno.

 AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	<b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL          ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL I SANTANDER 
EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL		

## CRITERIOS SEGÚN EL ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS Y DE LOCALIZACIÓN PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA, GEOTEC 2.002

La firma GEOTEC INGENIERÍA, en su estudio de alternativas de localización del sitio de disposición final para el AMB, definió una metodología basada en un sistema experto, apoyado en sistemas de información geográfica (SIG), el cual permitió combinar planos temáticos a través de criterios técnicos, ambientales, económicos y normativos para definir las zonas de localización.

Como área de estudio se definió una zona de influencia de 20 Km. alrededor del centroide de producción de residuos del AMB y los municipios aledaños, como criterio para localizar el sitio de disposición final de residuos por concepto de transporte.

El estudio de selección de sitios se desarrolló en dos etapas. La primera consistió en la realización de los análisis espaciales para obtener la zonificación basados en información cartográfica y la segunda comprendió la revisión en campo, para verificar los criterios que permitieron la definición de las zonas posibles de localización de los proyectos.

La aptitud para cada mapa temático fue definida con base en las siguientes definiciones:  
 Áreas de exclusión: En las áreas o sectores definidos con este nivel no es recomendable localizar la infraestructura ya que el riesgo ambiental por contaminación es alto o por que existe una norma que prohíbe la utilización del terreno para el tratamiento y disposición final de residuos sólidos.

Áreas con restricciones: Son áreas que por sus características físicas, bióticas y sociales permite la localización de la infraestructura de manejo de residuos con menores impactos para el medio ambiente y con medidas de manejo ambiental mínimas.

Los criterios tenidos en cuenta en el estudio, para la selección de zonas aptas, se fundamenta en la identificación y evaluación de aspectos técnicos como se muestra a continuación:

**Tabla 1** Criterios de selección para la ubicación de Rellenos Sanitarios

CRITERIO DE SELECCIÓN	PARAMETRO DE EVALUACION
Geología	Hidrogeología
	Geotecnia
Tectónica	Corredor de falla
Topografía	Pendientes
Suelos	Textura
	Potencial de Hidrógeno (ph)
Aptitud de Uso del Suelo	Cobertura Vegetal/Uso del Suelo

 AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	<b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL          ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b>	 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL I SANTANDER
<b>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</b>		

Hidrología	Ronda hidráulica
Centroide	Distancia al centroide de producción de residuos.
Vías	Accesibilidad
Infraestructura	Asentamientos urbanos
	Aeropuerto
	Sitios de manejo de residuos existentes
Precipitación pluvial	Zonas de precipitación
Zonas protegidas	Zonas protegidas (DMI)
Área mínima requerida	Área requerida
Ordenamiento Metropolitano	Áreas Funcionales
	Clasificación del Suelo Metropolitano (POT)
Clima	Vientos
Expansión urbana	Zonas de expansión urbana (POT)
Fuente: Estudio de alternativas tecnológicas y de localización para el manejo integral en el Área Metropolitana de Bucaramanga. Volumen III FONADE – AMB 2002.	

Además de los criterios anteriores, se tuvieron en cuenta los siguientes, los cuales fueron determinados mediante observación directa de los sitios seleccionados:

- Afectación del paisaje
- Potencial de contaminación de aguas superficiales y agua subterráneas
- Contaminación del aire
- Afectación a fauna y flora
- Aspectos socioeconómicos (Generación de empleo y Tendencia de crecimiento de población)
- Condiciones de la vía de acceso
- Efectos de la congestión vehicular
- Ocupación actual del terreno

Los criterios de selección anteriormente mencionados, se tuvieron en cuenta de acuerdo a la facilidad para la ejecución de las diferentes etapas del relleno.

Los sitios que aparecen como resultado de este estudio garantizan la prevención o mitigación de impactos junto con la preservación del medio ambiente, en concordancia con las reglamentaciones de uso del suelo de la futura área de ubicación, contemplando aspectos para la disposición final de forma controlada

Los sitios presentados por el estudio de alternativas de FONADE son:

 <p>ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p><b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b></p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL I SANTANDER</p>
<p>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</p>		

#### SITIO DE POSIBLE UBICACIÓN

#### LOCALIZACION

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| 1. El Carrasco Cárcava II | Sitio de disposición actual<br>Municipio de Bucaramanga |
| 2. Chocóa                 | Municipio De Girón                                      |

#### ➤ **METODOLOGIA DESARROLLADA POR EL GRUPO TECNICO DEL PGIRS DE BUCARAMANGA Y SU ÁREA METROPOLITANA**

Una vez revisadas las metodologías existentes para la evaluación de alternativas de reubicación del sitio para la disposición final contenidas en el anexo 1 del presente documento, se procedió a la elaboración de una metodología acorde con los requerimientos del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos propia del PGIRS metropolitano.

Para la elaboración de la metodología de selección del sitio para la disposición final de residuos sólidos no aprovechables, se reunió un grupo interdisciplinario quienes con base en las metodologías existentes expuestas anteriormente y con los criterios profesionales por la experiencia, desarrollaron una metodología de diez puntos que agrupan todos los aspectos.

Esta metodología al igual que las presentadas en el numeral 3.3., se basa en la ponderación de aspectos técnicos, sociales, económicos y ambientales de las condiciones locales del entorno donde se localizaría el relleno sanitario. El resultado final presentará una calificación para cada sitio y un orden de elegibilidad de acuerdo con el nivel de aptitud del lugar para tal fin.

A continuación se presentan los criterios de selección y se presenta en resumen los criterios con sus ponderaciones y sus subdivisiones.

#### **1. Distancia de transporte (200 puntos):**

Corresponde a la distancia medida desde el centroide de producción de las basuras del Área Metropolitana hasta cada uno de los sitios estudiados. La distancia se obtiene a partir de un recorrido hipotético que debería realizar el carro recolector luego de la realización de la ruta de recolección. Es independiente del estado de las vías, de las condiciones geométricas y de la topografía de las vías. Se establece un rango mínimo que correspondería a la máxima puntuación para una distancia en donde el tiempo del recorrido improductivo es igual a 1.0 hora y un rango máximo que correspondería a la mínima puntuación para el sitio más alejado y donde el recorrido improductivo es mayor. Los sitios que se encuentren a distancias intermedias recibirán la puntuación de forma proporcional en una relación matemática lineal.

#### **2. Accesibilidad al sitio de disposición (60puntos):**

 <p>ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p><b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b></p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL I SANTANDER</p>
<p>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</p>		

Corresponde a las condiciones físicas de las vías de acceso asociadas a la facilidad que tengan los vehículos transportadores para llegar al sitio y se reconocen dos criterios:

- Vías de acceso principales: corresponde a las vías de acceso de la red primaria, la red secundaria y la red terciaria que abarcan las vías nacionales, departamentales y municipales hasta el punto donde inicia el acceso al sitio de disposición final. Los aspectos que se tienen en cuenta son los de sus condiciones en cuanto al pavimento y las condiciones de pendiente.
- Vías de acceso al sitio de disposición: Corresponde a la vía desde el cruce con la vía de acceso principal hasta el sitio de disposición final. Los aspectos que se tienen en cuenta son los de su longitud, las pendientes, la cantidad de accesos y las condiciones del pavimento.

**3. Capacidad actual del sitio (10 puntos):**

Corresponde a las áreas mínimas para la localización total del proyecto y la capacidad o la vida útil del sitio que debe ser acorde con la solución que se plantee en el plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS para Bucaramanga y su Área Metropolitana.

**4. Ocupación actual del sitio (20 puntos):**

Corresponde al uso actual del suelo y el estado en el que se encuentran reconociendo cuatro grandes grupos; áreas degradadas con altos niveles de erosión y procesos avanzados de cárcavamiento, áreas de bajo rendimiento agropecuario o degradadas por su uso intensivo, áreas no degradadas y sin ningún uso y áreas degradadas con perspectivas de uso agropecuario bajo o esporádico.

**5. Condiciones del suelo y topografía (50 puntos):**

Corresponde a las condiciones de pendiente del terreno tanto longitudinal como transversal asociadas a los trabajos de conformación de la zona de disposición y a las condiciones al momento de la operación del relleno. El tipo de suelo desde el punto de la manejabilidad, también permite proyectar el grado de dificultad al momento de las adecuaciones

**6. Disponibilidad del material de cobertura (60 puntos):**

Corresponde al tipo de suelo sobre el cual se cimentará el relleno y el suelo que se utilizará para los trabajos de cubrimiento de las basuras dispuestas dentro de la operación. El que se cuente con un material adecuado para el cubrimiento y la cantidad necesaria a poca distancia de los trabajos de disposición influye sobre los costos de operación. No es lo mismo traer el material de una zona de préstamo que utilizar el mismo que se obtiene de los trabajos de corte por conformación de la zona.

**7. Profundidad del nivel freático (50 puntos):**

La localización de la tabla de aguas o nivel freático durante todo el año influye directamente sobre la capacidad de la zona, niveles freáticos profundos permiten

 <p>ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p><b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b></p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</p>
<p>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</p>		

excavaciones mayores y por lo tanto más capacidad. Suelos muy húmedos están asociados a mayor producción de gases y lixiviados. De la misma manera si el nivel freático es muy alto, existe la susceptibilidad de contaminar acuíferos o contaminar las aguas subterráneas presentes en el subsuelo.

**8. Condiciones ambientales locales (150 puntos):**

Corresponde a los impactos sobre aspectos bióticos como la fauna y la flora, abióticos como aire, agua y suelo, socioeconómicos como vectores de contaminación, peligro por la salud, valor de las propiedades y las áreas ambientalmente sensibles como impactos visuales, olores, polvo ruido, residuos volátiles; dentro y fuera en el entorno de la zona futura de disposición de residuos sólidos no aprovechables.

**9. Densidad poblacional en el sitio (200 puntos):**

Corresponde a la cantidad de personas por hectárea que se encuentren dentro y fuera de la zona de estudio en un rango de 0 a 2000 metros, sin que necesariamente corresponda a la restricción por poblaciones cercanas. Este criterio permite medir la cantidad de predios a negociar con las personas que vivan dentro del límite del proyecto en un radio de 0 a 1000 metros y mide también la cantidad de quejas y el rechazo que se podrían presentar por las personas que vivan en un radio de 1000 a 2000 metros de la zona de localización del proyecto de disposición de los residuos sólidos.

**10. Condiciones hidrogeológicas y permeabilidad del suelo (100 puntos):**

Corresponde al estudio de corrientes, drenajes o cuerpos superficiales y subterráneos que existan en el área y que permiten determinar la permeabilidad del suelo, es decir la velocidad del paso del agua por la unidad de tiempo para los suelos de cimentación del relleno y para los suelos utilizados para el cubrimiento de las basuras en la operación del mismo.

**11. Impacto sobre la comunidad debido al transporte (100 puntos):**

Corresponde a la incidencia sobre la comunidad producida por el desplazamiento de los vehículos de recolección hacia el sitio de disposición final de no aprovechables. Tal impacto que puede ser de carácter alto, medio o bajo determinará la necesidad de implementar nuevas vías de acceso que repercuten sobre los costos finales del proyecto.

En la tabla 3.3 se muestran los once criterios con los puntajes y los porcentajes asignados por el grupo coordinador. A cada criterio le corresponden una serie de parámetros ponderados que más adelante se presentan en la tabla 3.3



 AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	<b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL          ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL I SANTANDER 
<b>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</b>		

**Tabla 3** Criterios para la selección del sitio para el relleno sanitario, metodología grupo coordinador PGIRS Bucaramanga y su Área Metropolitana.

No.	CRITERIOS DE SELECCION	PORCENTAJE	PUNTOS
1	Distancia al centroide de producción	20	200
2	Accesibilidad al sitio	6	60
3	Capacidad del sitio	1	10
4	Ocupación actual del sitio	2	20
5	Condiciones del suelo y topografía	5	50
6	Disponibilidad del material de cobertura	6	60
7	Profundidad del nivel freático	5	50
8	Condiciones ambientales locales	15	150
9	Densidad poblacional en el sitio	20	200
10	Condiciones hidrogeológicas y permeabilidad del suelo	10	100
11	Impacto sobre la comunidad debido al transporte	10	100
	<b>TOTAL PUNTUACION</b>	<b>100</b>	<b>1000</b>

Al aplicar esta metodología se obtendrá un orden de elegibilidad dentro de los sitios disponibles como áreas de disposición final en la alternativa de relleno sanitario. La escogencia definitiva del sitio se hará una vez se realicen los análisis económicos para cada uno de los sitios.

**Tabla 4** Ponderación de los criterios para la selección del sitio para el relleno sanitario, metodología grupo coordinador PGIRS Bucaramanga y su Área Metropolitana.

CRITERIO	CATEGORIAS	RANGO DE CALIFICACION
1. Distancia de transporte (200 P)		Distancia TM = 200 puntos Dis. intermedias = proporcional lineal Limite E. T. = 0 puntos

 <p>ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p><b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b></p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL SANTANDER</p>
<p>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</p>		

<p>2. Accesibilidad al sitio (60 p)</p>	<p>a. Vías Principales Por condiciones (10 p)</p> <p>Por pendiente (10 p)</p> <p>b. Vías de Acceso Por longitud (10 p)</p> <p>Por pendiente (10 p)</p> <p>Por acceso (10 p)</p> <p>Por condiciones (10 p)</p>	<p>Pavimentada = 10 puntos Sin Pavimentar = 5 puntos</p> <p>Pendiente 0% - 3% = 10 puntos Pendiente 3.1% - 5% = 5 puntos Pendiente 5.1% - 7% = 3 puntos Pendiente &gt;7% = 0 puntos</p> <p>&lt; 20 Km. = 10puntos &gt;=20 Km. = 0 puntos</p> <p>Pendiente 0% - 3% = 10 puntos Pendiente 3.1% - 5% = 5 puntos Pendiente 5.1% - 7% = 3 puntos Pendiente &gt;7% = 0 puntos</p> <p>2 o más vías de acceso = 10 puntos 1 vía de acceso = 5 puntos No existe = 0 puntos</p> <p>Pavimentada = 10 puntos Afirmado = 5 puntos Carreteable = 3 puntos Trocha / No existe = 0 puntos</p>
<p>3. Capacidad actual del sitio (10 P)</p>		<p>&gt;= 15 años = 10 puntos &lt; 15 años = 0</p>
<p>4. Ocupación actual del sitio (20 P)</p>		<p>A. Degradadas, alta erosión y procesos avanzados de carcavamiento = 20 puntos A. Bajo rendimiento agropecuario o degradadas por uso intensivo = 15 puntos A. Degradadas sin ningún uso = 10 puntos A. Degradadas con uso agropecuario bajo o esporádico = 5 puntos</p>
<p>5. Condiciones del suelo y topografía (50 P)</p>	<p>Por pendiente promedio del terreno (25 p)</p> <p>Manejabilidad del suelo para remoción y forma del sitio</p>	<p>Pendiente 0% - 3% = 25 puntos Pendiente 3.1% - 7% = 15 puntos Pendiente 7.1% - 12% = 10 puntos Pendiente 12.1% - 25% = 5 puntos Pendiente &gt;25 = 0 puntos</p> <p>Muy fácil =25 puntos Fácil = 15 puntos</p>

 <p>ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p><b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b></p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL SANTANDER</p>
<p>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</p>		

	(25 p)	<p>Regular = 7 puntos Difícil = 3 puntos</p>
<p>6. Disponibilidad de material de cobertura (60 p)</p>	<p>Distancia de explotación y cantidad de material de cobertura (30 p)</p> <p>Calidad del suelo por textura (30 p)</p>	<p>0 – 1 Km. = 30 puntos 1 – 2 Km. = 25 puntos 2 – 3 Km. = 20 puntos 3 – 4 Km. = 10 puntos 4 – 5 Km. = 5 puntos &gt;5 Km. = 0 puntos</p> <p>Recebo granular = 30 puntos Arcilla arenosa = 25 puntos Arcilla = 20 puntos Limo - arcilla = 10 puntos Limo – arenoso = 5 puntos Limos = 0 puntos</p>
<p>7. Profundidad del nivel freático (50 p)</p>		<p>&gt;6.5 m = 50 puntos 5.1 – 6.5 m = 40 puntos 3.6 – 5 m = 30 puntos 2 – 3.5 m = 20 puntos &lt; 2 m = 5 puntos</p>
<p>8. Condiciones ambientales locales (150 p)</p>	<p>Bióticos (35 p)</p> <p>Abióticos (35 p)</p> <p>Socio económicas (40 p)</p> <p>Areas ambientalmente sensibles aledañas (40 p)</p>	<p>No hay = 35 puntos Existen pero se corrigen = 5 puntos</p> <p>No hay = 35 puntos Existen pero se corrigen = 5 puntos</p> <p>No hay = 40 puntos Existen pero se corrigen = 5 puntos</p> <p>No hay = 40 puntos Existen pero se corrigen = 5 puntos</p>
<p>9. Densidad poblacional en el sitio (200 p)</p>		<p>Con presencia a más de 2001 metros = 200 puntos Con presencia entre 1801 – 2000 metros = 160 puntos Con presencia entre 1601 – 1800 metros = 120 puntos Con presencia entre 1401 – 1600 metros = 80 puntos Con presencia entre 1201 – 1400 metros = 40 puntos Con presencia entre 1001 – 1200 metros = 0 puntos</p>

 AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	<b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL          ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b>	 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL SANTANDER
<b>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</b>		

9. Densidad poblacional en el sitio (200 p)		Con presencia a más de 2001 metros = 200 puntos Con presencia entre 1801 – 2000 metros =160 puntos Con presencia entre 1601 – 1800 metros =140 puntos Con presencia entre 1401 – 1600 metros =120 puntos Con presencia entre 1201 – 1400 metros =80 puntos Con presencia entre 1001 – 1200 metros =40 puntos Con presencia a 1000 metros = 0 puntos
10. Condiciones hidrogeológicas y Permeabilidad del suelo (100p)		$>1 \cdot 10^{-7}$ cm. /seg. = 100 puntos $1 \cdot 10^{-6}$ cm. /seg. = 80 puntos $1 \cdot 10^{-5}$ cm. /seg. = 60 puntos $1 \cdot 10^{-4}$ cm. /seg. = 30 puntos $1 \cdot 10^{-3}$ cm. /seg. = 0 puntos
11. Impacto sobre la comunidad debido al transporte (100p)		No hay = 100 puntos Bajo = 60 puntos Medio = 20 puntos Alto = 0 puntos

#### 4.1.2.5 VARIABLES DEL MODELO

##### ➤ IDENTIFICACION DE ALTERNATIVAS A EVALUAR EN EL MODELO DE SELECCIÓN DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL

Con base en lo establecido en el diagnóstico de alternativas contratado por el Area Metropolitana con la firma GEOTEC Ltda., los planes de ordenamiento territorial de los municipios que conforman el AMB, e información suministrada por particulares sobre posibles zonas para la ubicación de sitios de disposición final se han identificado las siguientes alternativas de localización del proyecto de Relleno Sanitario:

SITIO DE POSIBLE UBICACIÓN	LOCALIZACIÓN
Peñas	Sitio particular - Municipio de Girón
Ruitoque	Municipio de Girón

Chocóa

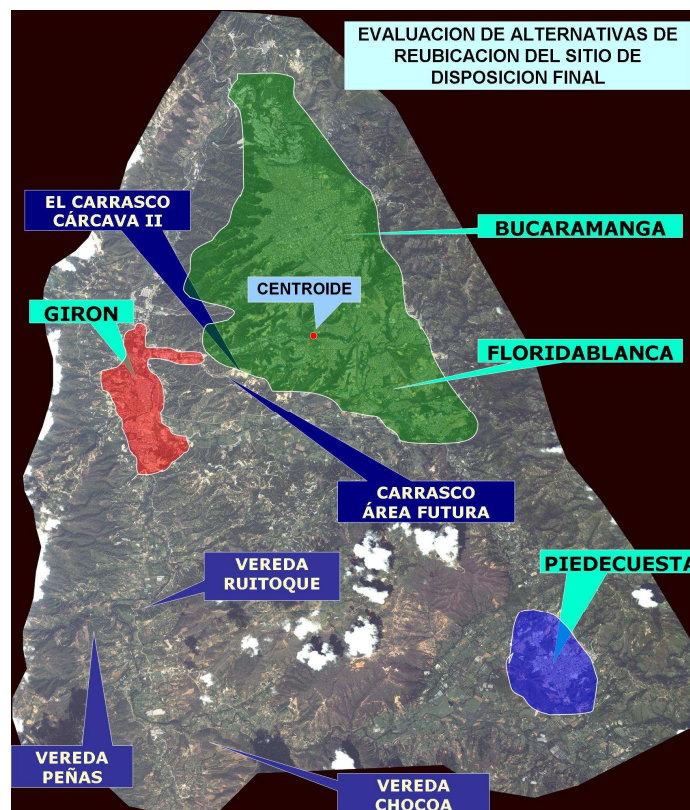
Municipio De Girón – EAA (GEOTEC,  
2002)

El Carrasco Futura Expansi3n

Municipio de Bucaramanga

En la figura 4.1 se muestra la localizaci3n general de los sitios propuestos para la posible ubicaci3n de la zona de disposici3n dentro del 1rea Metropolitana

**Figura 1.** Localizaci3n de los sitios para la alternativa de Relleno Sanitario



#### 4.4.2.6 MATRIZ DE CALIFICACION APLICADA A LOS SITIOS PROPUESTOS.

En el Anexo 3. se presentan los cuadros de calificaci3n de cada una de las alternativas, finalmente evaluadas. El Resultado de dicha evaluaci3n es el siguiente:

 AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	<b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL          ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b>	 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL		

**CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL SITIO PARA LA LOCALIZACION DEL RELLENO SANITARIO**

SITIOS DISPONIBLES	CRITERIO DE EVALUACION										
	Puntaje obtenido en cada uno de los criterios evaluados para la localización del sitio de disposición final										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
VEREDA PEÑAS	14	43	10	15	17	35	20	80	100	60	0
CARRASCO FUTURA EXPANSION	153	55	10	20	17	35	20	80	40	60	100
VEREDA RUITOQUE	20	43	10	15	17	35	20	80	100	60	0
VEREDA CHOCOA	0	43	10	15	25	35	20	150	200	60	0

<b>CLASIFICACION FINAL DE APTITUD</b>	
<b>1</b>	<b>CARRASCO FUTURA EXPANSION</b>
<b>2</b>	<b>VEREDA CHOCOA</b>
<b>3</b>	<b>VEREDA RUITOQUE</b>
<b>4</b>	<b>VEREDA PEÑAS</b>

**4.4.2.7 INFORMACION ADICIONAL REQUERIDA**

Con la información disponible a nivel de pre-factibilidad, no es posible ofrecer una respuesta definitiva respecto a la aptitud de uso de los sitios evaluados, por lo que se considera necesario que una de las siguientes acciones, se desarrolle por parte de los responsables de la gestión de residuos sólidos en el AMB.

➤ **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS**

Esta opción prevé que el Area Metropolitana asuma la responsabilidad de profundizar en los criterios de selección adoptados por el PGIRS y recoger información primaria de cada uno de los sitios, para que la calificación asignada sea mucho mas precisa. Una vez surtida esta etapa de campo, se procedería a presentar a la autoridad ambiental la nueva calificación de y con ella se define el orden de elegibilidad de los sitios.

 <p>ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p><b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b></p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</p>
<p>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</p>		

Aunque la viabilidad definitiva está establecida por la Licencia Ambiental, la CDMB debería acoger el orden de elegibilidad resultante de la factibilidad y solamente en el caso de presentarse alguna situación de tipo financiero o administrativo que impida la oferta del sitio mejor calificado, se pasaría a evaluar ambientalmente las demás alternativas.

#### ➤ ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LOS 4 SITIOS

Esta opción no profundiza en un orden riguroso de elegibilidad de los sitios, sino que deja a consideración de cada propietario o interesado en prestar el servicio de disposición final de desechos, la elaboración de los estudios de detalle e ingeniería de diseño para presentar a la Autoridad Ambiental la correspondiente solicitud de licencia ambiental. En consecuencia, se prevé que los responsables empresariales, valorarán el impacto de las tarifas sobre la ubicación propuesta y que asumirán el riesgo de adelantar la correspondiente inversión.

En este caso, la CDMB podría otorgar mas de una licencia ambiental a los sitios que la soliciten, verificando que cualquiera que fuese el destino de los desechos debe operar bajo un criterio general de minimización de impactos ambientales y con toda la infraestructura necesaria para obtener categoría de relleno sanitario desde el momento de su operación inicial.

#### 4.4.2.8 INDICADORES DE GESTION

Los indicadores aplicados en este proyecto, son de tipo económico, social y ambiental involucrados dentro de cada uno de los criterios propios de la metodología desarrollada para la selección del sitio, por medio de ellos o se descalifica la alternativa o se actúa como medidor de bondad de las mismas

#### INDICADORES ECONOMICOS

- ✓ Distancia al centro de producción
- ✓ Accesibilidad
- ✓ Capacidad actual
- ✓ Ocupación actual del sitio
- ✓ Condiciones del suelo y topografía
- ✓ Disponibilidad de material de cobertura

 <p>ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p><b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b></p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</p>
<p>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</p>		

### INDICADORES SOCIALES

- ✓ Ocupación actual del sitio
- ✓ Impacto socio-económico
- ✓ Densidad poblacional
- ✓ Impacto por el transporte

### INDICADORES AMBIENTALES

- ✓ Condiciones ambientales locales bióticos, abióticos, áreas ambientalmente sensibles
- ✓ Concentración de emisiones de metano
- ✓ Niveles freáticos
- ✓ Condiciones hidrogeológicas y permeabilidad del suelo

### INDICADORES GENERALES

- ✓ Alternativas Disponibles = 8 sitios
- ✓ Alternativas Calificadas = 5 sitios
- ✓ Calificación de un sitio aceptable = 700 puntos
- ✓ Cantidad de sitios por debajo del aceptable = 5 sitios
- ✓ Mayor puntaje en % = 57.80%
- ✓ Menor puntaje en % = 45.40%
- ✓ Diferencia en porcentaje entre el mayor y el menor de los sitios = 12.40 %

#### 4.4.2.9 CONCLUSIONES FRENTE AL PGIRS

- ✓ Se identificaron y se analizaron ocho sitios posibles para la alternativa de disposición final de no aprovechables
- ✓ Se desarrollo un modelo de calificación con once criterios entre económicos, sociales y ambientales acorde con los necesidades del PGIRS



 <p>AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p><b>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</b></p>	 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL I SANTANDER</p>
<p>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REUBICACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL</p>		

- ✓ A todos los sitios se les realizaron los análisis de las variables acorde con el modelo desarrollado por medio de información cartográfica y por visitas a cada uno de los sitios
- ✓ Se desarrollo una matriz de calificación para cada una de las alternativas preseleccionadas que permitió determinar el nivel de aptitud de cada una de las alternativas
- ✓ No se encuentra dentro de la zona analizada un sitio que reúna todas las características de un modelo aceptable
- ✓ Las diferencia en la calificación de la aptitud para cada uno de los sitios analizados no supera el 20% de la calificación, lo que permite ver la proximidad de las condiciones para cada uno de los sitios analizados
- ✓ Es necesario continuar el análisis a nivel de factibilidad para poder ofrecer un orden de elegibilidad suficientemente sustentable, o en su defecto, solicitar a los propietarios y/o prestadores interesados en ofrecer el servicio de disposición, que realicen todos los diseños y estudios que permitan definir una alternativa económica, social y técnicamente viable.