

# CAPITULO I

## 1. INTRODUCCIÓN:

### 1.1 ANTECEDENTES:

Una de las principales preocupaciones de la mayoría de ciudades y principalmente de centros urbanos es el aumento rápido de la producción de basura.

El problema se intensifica aceleradamente como consecuencia del crecimiento poblacional, del cambio de los hábitos de consumo y del desarrollo de la actividad industrial y comercial.

Debido a esto se ha visto la necesidad de buscar alternativas para el depósito de la basura sin pensar muchas veces si es la más adecuada, creando así grandes problemas de contaminación de suelo, agua y paisaje.

La presente tesis se centrará en el diseño del Cierre Técnico del botadero de basura ubicado en la quebrada Unión Grande situado en el Cantón Mejía, Parroquia el Chaupi, en el sector de Romerillos, utilizando el Programa HELP para la realización del balance hídrico del proyecto.

Actualmente el botadero a cielo abierto se encuentra ubicado a 12 kilómetros de la ciudad de Machachi en sentido norte - sur, en él se depositan todos los residuos del cantón incluyendo los residuos hospitalarios sin ningún tratamiento previo.

Este trabajo cuenta con el apoyo del Municipio del Cantón Mejía, el cual ha prestado la información necesaria, al igual que las facilidades para la realización del mismo.

El Municipio de Mejía no posee una ordenanza enfocada a la protección ambiental. Por lo cual no se brinda tratamiento alguno al vertido de residuos sólidos como a los residuos líquidos.

En el presente trabajo se realizará un resumen de los artículos legales referentes al tema: de la Constitución, Legislación Ambiental, Texto Unificado de Legislación Ambiental, Código de la Salud y Régimen Municipal.

El proyecto a realizarse enfocará una serie de acciones y de obras de ingeniería en el sitio de disposición final de los desechos sólidos, en la quebrada Unión Grande, para garantizar la estabilidad del botadero y su cierre definitivo.

Con el fin de adecuar la instalación desde los puntos de vista paisajísticos, técnicos y ambientales procurando con el máximo rigor la prevención de riesgos ambientales y posible contaminación del suelo, agua o por olores.

El cierre el botadero constará de:

1. Planes de control de lixiviados y biogás
2. Estabilización de taludes
3. Cunetas para la recolección de aguas lluvias
4. Sellado y restauración de la superficie

El programa HELP desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejercito de los Estados Unidos de Norte América con fondos de la Agencia de Protección Ambiental; diseñado para ejecutar análisis de balance de agua para el diseño y la evaluación de rellenos sanitarios.

## **1.2 DESCRIPCIÓN DEL LUGAR**

### **Área y ubicación física del botadero**

El botadero se localiza en el Cantón Mejía, Parroquia El Chaupi, sector Romerillos en la quebrada Unión Grande, en la cota 3400. En este sitio viene operando el Municipio desde hace 19 años. La superficie actualmente ocupada por el relleno tiene aproximadamente 2 hectáreas, en el cual se depositan diariamente una cantidad de 17.23 toneladas diarias.

### 1.3 MARCO TEÓRICO

**Cierre técnico:** Procedimiento en el cual se planea con un carácter técnico y sanitario la forma en la que un vertedero va a ser clausurado después de llegar a su máxima capacidad, para que el terreno sea utilizado para otros fines como es el de recreación o para parques y jardines.

**Material de cobertura:** Material que generalmente es tierra, que se utiliza para la separación de la basura con el ambiente, para confinarlas al final de cada jornada. Evitando así proliferación de plagas como son las ratas, gallinazos y moscas; incendios y mejorar la estética del sitio, disminuyendo el impacto visual.

**Lixiviados:** Líquidos provenientes de la mezcla de agua lluvia con materia orgánica, originados por la fermentación de la misma.

Agua filtrada a través de la basura que arrastra materiales livianos o solubles en agua.

**Vertido:** Cantidad de escombros recolectados en una jornada de trabajo por los camiones recolectores.

**Chimeneas de Ventilación:** Tubos perforados ubicados técnicamente en los rellenos sanitarios para la ventilación o liberación del biogás producido por la descomposición de la materia orgánica.

**Cunetas para la recolección de aguas lluvias:** Canales ubicados en lugares estratégicos del botadero para la recolección del agua acumulada por efecto de la lluvia.

**Biogás:** Gas que se produce mediante un proceso de fermentación anaerobia de la materia orgánica. Este biogás es utilizado como combustible, tiene un alto valor calórico de 4 700 a 5 500 kcal./m<sup>3</sup>.

El biogás esta compuesto por:

- Metano (CH<sub>4</sub>) 55 a 70 %.
- Anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) 35 a 40 %.
- Nitrógeno (N<sub>2</sub>) 0.5 a 5 %.

- Sulfuro de hidrógeno (SH<sub>2</sub>) 0.1 %.
- Hidrógeno (H<sub>2</sub>) 1 a 3 %.
- Vapor de agua Trazas.

**Basura orgánica:** Comprende los residuos provenientes de restos de alimentos, desperdicios de origen animal y vegetal y productos como papel, cartón, cuero y madera.

**Basura inorgánica:** Formada por material inerte o mineral, que se descompone muy lentamente. Incluye los escombros de construcción, chatarra y restos de actividades mineras, entre otros.

**Residuos especiales:** Engloba los plásticos, vidrios, cauchos sintéticos y otros residuos como los plaguicidas a base de cloro, el DDT y los desechos de industrias químicas, petroquímicas y de fundición.

**Residuos industriales:** Generados por industrias, muchos de los cuales son recuperables. Formado en su mayor parte por residuos inorgánicos. Pueden comprender químicos, residuos plásticos o metales.

**Residuos Sólidos Urbanos:** Formados principalmente por material orgánico. Son producidos a nivel domiciliario.

**Residuos hospitalarios:** Producidos por hospitales, clínicas, consultorios médicos, que son muy contaminantes y peligrosos. Este tipo de residuos debe tener un tratamiento muy especial que los encapsule o confine.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO:

Desarrollar el proceso para el cierre técnico del botadero a cielo abierto ubicado en el Cantón Mejía en el sector Romerillos, ubicado al sur de dicho cantón colindante con la Provincia de Cotopaxi, mediante el programa HELP.

#### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- a. Plantear la recuperación del área ahora ocupada por el botadero.
- b. Identificar los impactos ambientales tanto positivos como negativos producidos por la presencia del botadero.
- c. Aplicar soluciones técnicas y sanitarias mas adecuadas para así asegurar la calidad ambiental del entorno.
- d. Dar asesoramiento a la Municipalidad en la definición de una solución a los pasivos existentes en el actual botadero.
- e. Prevenir los efectos nocivos sobre la salud humana mediante la eliminación de las plagas y contaminación del agua, producidas por la falta de atención técnica del botadero.
- f. Examinar los resultados obtenidos de la producción de lixiviados arrojados por el programa HELP para analizar si el programa es apto o no para la futura aplicación a este tipo de proyectos.

## **CAPITULO 2**

### **MANEJO ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTON MEJIA**

#### **2.1. MÉTODO EMPLEADO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OPERACIÓN.**

En vista de que hasta la fecha no ha sido implementado un plan de cierre para el botadero, el sistema existente no ha variado significativamente con relación a lo establecido en los años anteriores.

No existen procedimientos técnicos básicos para el manejo de residuos dentro del botadero, como es la realización de celdas, compactación de los residuos, cobertura, etc. y mucho menos la preparación del suelo como es la colocación de impermeabilizantes para evitar percolaciones a aguas subterráneas.

El método empleado para la disposición de los residuos es; mediante una retroexcavadora la basura depositada por los camiones recolectores al filo de la quebrada es empujada hacia el fondo. Una vez empujados los residuos se vierte tierra recolectada del terreno aledaño, cubriéndolos parcialmente.

El material de cobertura es tierra y escombros minados del terreno situado al norte del botadero (junto a la vía Machachi – Latacunga).

En lo que respecta a desechos tóxicos y hospitalarios, son depositados en el mismo botadero sin ningún tratamiento previo.

## 2.2 PRODUCCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS<sup>1</sup>

El Cantón Mejía, fue elevado a la categoría de Parroquia en el año de 1824, según la ley de División Territorial de junio 25 del mismo año.

En el año 1869 pasa a pertenecer al Cantón Quito, siendo en julio 23 de 1883 elevada a la posición jurídica de cantón cuya cabecera cantonal es Machachi.

Su superficie consta con 1 488,9 Km<sup>2</sup>.

La cabecera cantonal del Cantón Mejía es Machachi y además cuenta con siete parroquias rurales repartida a lo largo y ancho:

- Aloag, ubicado en las faldas del corazón a cinco kilómetros de Machachi
- Aloasí, situada a dos y medio kilómetros al occidente de Machachi
- Chaupi, situada al sur-occidente del Cantón Mejía
- Tambillo
- Uyumbicho, ubicado a quince kilómetros de la cabecera cantonal
- Manuel Cornejo Astorga,
- Cutuglagua

El Municipio de Mejia siendo el responsable de la administración del servicio de Aseo Público y Recolección de Desechos Sólidos mantiene y cuenta con una Dirección de Servicios Públicos y Medio Ambiente para realizar directamente la operación y mantenimiento de este servicio, que se realiza a base de cuatro operaciones básicas como son: Barrido de calles y lugares públicos, recolección, transporte, y disposición final. Estas labores son ejecutadas por cuadrillas definidas para cada función conforme a horarios y rutas definidas.

El aseo y barrido se realiza solo en la ciudad de Machachi con un equipo de trabajo compuesto por 13 personas que trabajan de acuerdo a horarios y recorridos ya establecidos.

La ciudad de Machachi tiene el servicio de recolección en el área urbana con rutas diarias de lunes a sábado, mientras que las siete parroquias son atendidas un día o dos a la semana.(cuadro 2-1)

La recolección de basura se realiza utilizando cuatro carros recolectores, once jornaleros de recolección y la ayuda de dos volquetas pertenecientes al Municipio del Cantón Mejía, los mismos que atienden a todas las parroquias con ayuda de dos volquetas de Obras Públicas y la camioneta de Servicios Públicos y Medio Ambiente.

En las parroquias rurales de Aloag, Tambillo, Uyumbicho, Cutuglagua, Aloasí, Chaupi, Cornejo Astorga (Tandapi) se presta el servicio de recolección, transporte y disposición final, con dos recolectores y una camioneta para la parroquia de Tandapi (los días viernes).

En el siguiente cuadro se presenta los sectores, la frecuencia en días que se presta el servicio de recolección y el parque automotor involucrado.

| <b>Cuadro 2-1</b>                      |                         |        |        |        |         |        |                 |            |           |           |
|--|-------------------------|--------|--------|--------|---------|--------|-----------------|------------|-----------|-----------|
| <b>Sector de Recorrido</b>             | <b>Días de Servicio</b> |        |        |        |         |        | <b>Vehículo</b> |            |           |           |
|  | Lunes                   | Martes | Miérc. | Jueves | Viernes | Sábado | Recolec Numero  | Volqueta   | Cargadora | Camioneta |
| Machachi                               | X                       | X      | X      | X      | X       |        | 1 y 3           | 2volquetas | 1         |           |
| Tambillo                               | X                       |        |        |        | X       |        |                 |            |           |           |
| Cutuglagua                             | X                       |        | X      |        |         |        |                 |            |           |           |
| Sta Catalina                           | X                       |        |        |        |         |        |                 |            |           |           |
| Uyumbicho                              |                         | X      |        | X      |         |        |                 |            |           |           |
| Valle hermoso                          |                         | X      |        | X      |         |        |                 |            |           |           |
| Tambillo viejo                         |                         | X      |        | X      |         |        |                 |            |           |           |
| San Carlos                             |                         |        |        | X      |         |        |                 |            |           |           |
| El Murco                               |                         |        |        |        |         |        |                 |            |           |           |
| Miraflores                             |                         |        |        |        | X       |        |                 |            |           |           |
| El Rosal                               |                         |        | X      |        | X       |        |                 |            |           |           |
| Mercado central                        | X                       |        |        |        | X       |        |                 |            |           |           |
| Pinllo Cruz<br>San Isidro<br>El Chaupi |                         |        | X      |        |         |        |                 |            |           |           |
| Aloag                                  | X                       |        |        | X      |         |        |                 |            |           |           |



|                        |  |   |   |   |   |   |  |  |   |
|------------------------|--|---|---|---|---|---|--|--|---|
| Rumipamba              |  |   |   | X |   |   |  |  |   |
| La banda<br>El Cortijo |  |   |   |   |   |   |  |  |   |
| Taguachi               |  | X |   |   | X |   |  |  |   |
| Tucuso                 |  |   |   |   | X |   |  |  |   |
| Aloasí                 |  | X |   |   | X |   |  |  |   |
| Sta. Rosa              |  |   | X |   |   |   |  |  |   |
| San<br>Antonio         |  | X |   |   |   |   |  |  |   |
| Tandapi                |  |   |   |   | X |   |  |  | 1 |
| Mercado<br>mayor       |  |   |   |   |   | X |  |  |   |

Cada 15 días se realiza la recolección en la Panamericana desde el sector Cutuglagua a Santa Rosa utilizando una retroexcavadora

La disposición final de la basura se la realiza en lugares asignados como son los botaderos a cielo abierto que generan contaminación al ambiente, ubicados: Romerillos a 12 Km. al sur del cantón, otro en el Km. 14 vía a Santo Domingo y otro a 2 Km. de Tandapi.

Según el censo realizado en el año 2001 la población existente en el Cantón Mejía es de 62 888<sup>2</sup> habitantes, la misma que se concentra en mayor número en su capital, Machachi, que acoge al 35,38% del total de la población, mientras que sus siete parroquias rurales se reparten entre si a un total de 40 552 habitantes.

De acuerdo al catastro existente en la Dirección de avalúos y Catastros de la municipalidad, los predios urbanos al 31 de diciembre del 2001 suman un total de 14 051 predios.

<sup>1</sup> Según el documento "ALTERNATIVAS DE GESTIÓN PARA EL SERVICIO DE DESECHOS SÓLIDOS DEL CANTÓN MEJÍA" realizado por el Dr. Jorge R. Carrera E. en marzo del 2002

<sup>2</sup> Datos obtenidos del INFOPLAN realizado en base al último censo realizado el año 2001

| <b>Cuadro 2-2</b>           |                   |                      |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|
| <b>Parroquia</b>            | <b>Habitantes</b> | <b>Predio urbano</b> |
| Machachi<br>Tucuso (barrio) | 19 607            | 4 587                |
| Aloag                       | 8 850             | 1 243                |
| Aloasí                      | 7 240             | 1 214                |
| Cornejo Astorga             | 3 178             | 278                  |
| Cutuglagua                  | 9 493             | 2 559                |
| Chaupi                      | 1 363             | 198                  |
| Tambillo                    | 6339              | 2 217                |
| El Murco                    | 410               | 144                  |
| Uyumbicho                   | 3679              | 1 004                |
| <b>TOTAL</b>                | <b>62 752</b>     | <b>14 051</b>        |

Según cálculos realizados con la ayuda del número de usuarios facturados por servicio de agua potable, el total de predios urbanos es de 8.993 que se les consideraría como usuarios del servicio.

El sector urbano de la cabecera cantonal produce en un alto porcentaje (dato no especificado), basura orgánica proveniente de las viviendas, restaurantes, tiendas centros educativos, mercados plazas y camal.

En las parroquias igualmente, se tiene un alto porcentaje de basura orgánica (dato no especificado) producto de las actividades domésticas, restaurantes, tiendas y centros educativos.

La basura domiciliaria, tiendas, restaurantes, camal, están constituidas principalmente por restos de comida, verduras, papeles, cajas de cartón, vidrios, latas vacías, botellas, restos de animales faenados.

La basura proveniente del hospital de Machachi es orgánica e inorgánica, sólida y semisólida como tejidos húmedos, moldes de yeso, desperdicios de rayos X, cajas de cartón, canastas de embalaje, envases, papel, restos metálicos, vidrios.

En el mercado mayorista y central la basura en su mayoría es orgánica (restos de verduras, comida), papel y plástico.

En los planteles educativos la basura es mayormente papel, plásticos y materia orgánica.

A nivel industrial se produce basura orgánica e inorgánica, cuyas cantidades de producción se presenta a continuación.

| <b>Cuadro 2-3</b> |   |      |      |      |      |      |
|-------------------|---|------|------|------|------|------|
| <b>Detalle</b>    | <b>Producción diaria de basura Ton.</b> |      |      |      |      |      |
| Fábricas          | Días                                    |      |      |      |      |      |
|                   | L                                       | M    | M    | J    | V    | S    |
|                   | 1.04                                    | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 |

### **2.21 Disposición domiciliaria:**

La basura domiciliaria es dispuesta en aceras frente del inmueble en fundas plásticas, recipientes plásticos de 5 galones, recipientes de lata de 20 galones y en un alto porcentaje en sacos de yute. Esta forma de disposición de la basura dificulta el buen rendimiento de los operarios encargados del servicio.

La basura del hospital es dispuesta en fundas plásticas en la acera del hospital, lo que permite su fácil recolección por los operarios de turno.

Para disponer la basura producto del comercio realizado en el mercado central y mayorista existe un contenedor de 2.5 m<sup>3</sup> ubicado en una esquina del mismo, además se encuentran dispuestos 5 tanques de 55 galones ubicados en los extremos de la plaza. La capacidad de estos contenedores (8 m<sup>3</sup>) son insuficientes para albergar la basura producida los días de feria (viernes, sábado, domingo) que corresponde a 4.08 Ton el día sábado y 9.6 Ton los lunes. La falta de educación de la gente se convierte en otro gran problema ya que depositan la basura fuera de los recipientes asignados.

En el siguiente cuadro presentamos la cantidad de basura producida en los hacinamientos, plazas y mercados.

| <b>Cuadro 2-4</b>   |           |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---|-----------|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>*Hacinamiento</b>  |           | <b>Peso en toneladas</b> |          |          |          |          |          |          |          |          |
|   |           | <b>1</b>                 | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> |
| <b>Días</b>   | Lunes     | 9.6                      |          |          |          |          |          |          |          |          |
|   | Martes    | 2.4                      |          |          |          |          |          |          |          |          |
|   | Miércoles |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|   | Jueves    |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|   | Viernes   |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Sábado  |           | 4.08                     |          |          |          |          |          |          |          |          |
| * Puntos en la ciudad de Machachi representados con numerales, en los cuales se acumula la basura para su posterior recolección |           |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |

En el sector rural igualmente la disposición es al frente de la casa en fundas plásticas, recipientes de plástico, metal, sacos de yute y cartones.

### 2.3. DIAGNOSTICO OPERATIVO

#### a) Barrido de calles en la ciudad de Machachi

Para el barrido, la ciudad se encuentra dividida en 5 sectores con 2 personas para cada sector y se lo realiza en las calles adoquinadas y empedradas. En el siguiente cuadro se presenta un resumen de su actividad.

| <b>Cuadro 2-5</b>     |                          |                             |                             |              |              |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|
| <b>Sector</b>         | <b>1</b>                 | <b>2</b>                    | <b>3</b>                    | <b>4</b>     | <b>5</b>     |
| Trabajadores          | 2                        | 2                           | 2                           | 2            | 2            |
| Km. barrido/<br>día   | 2.70                     | 2.90                        | 3.0                         | 2.72         | 2.25         |
| Días<br>barridos      | Lun. a Vier.             | Lun. a Vier.<br>Sáb. y Dom. | Lun. a Vier.<br>Sáb. y Dom. | Lun. a Vier. | Lun. a Vier. |
| Horario de<br>barrido | 4h30-7h30<br>14h30-15h30 | 4h30-7h30                   | 4h30-7h30                   | 4h30-7h30    | 4h30-7h30    |
| Rendimiento           | 1.35                     | 1.45                        | 1.5                         | 1.36         | 1.13         |

A más del horario indicado en el cuadro anterior, en el Mercado central y Mayorista se barre los días sábados y domingos con el personal de turno del respectivo sector.

Como se puede observar en el cuadro anterior, el rendimiento de los barrenderos está alrededor de 1.35 Km./ Hombre.

Toda la basura producto de esta actividad es dispuesta en hacinamientos o directamente en el recolector según el horario del barrido.

En el siguiente cuadro se presenta la longitud de vías factibles de barrer y la cobertura del servicio.

| <b>Cuadro 2-6</b>          |                     |                    |                    |
|----------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Calzada</b>             | <b>Longitud Km.</b> | <b>Km. Barrido</b> | <b>Cobertura %</b> |
| Adoquinado                 | 14.65               | 9.24               | 63                 |
| Piedra                     | 7.25                | 2.62               | 36                 |
| Tierra                     | Se desconoce        |                    |                    |
| Plazas, mercados y parques | 1.9                 | 1.7                | 90                 |

b) Déficit en el barrido de calles

Considerando las vías con capa de rodadura factibles de barrer tenemos que la cobertura actual del servicio es del 54% en el barrido de calles y del 90 % (cuadro 2.6) en las plazas y mercados. Se puede decir también que el rendimiento de los trabajadores es de 1.04 Km./hombre lo que corresponde al 34% del rendimiento optimo (3 Km./hombre).

c) Recolección de Basura

Esta etapa la realiza la Dirección de Servicios Públicos y Medio Ambiente el área urbana de Mejía (Machachi) dividida en dos sectores el oriental y occidental y en siete parroquias rurales del cantón. El número de operarios y las características del equipo automotor utilizado para realizar este servicio se detalla a continuación:

| <b>Cuadro 2-7</b>                                  |   |   |
|--|---|---|
| <b>No. Recolector</b>                              | <b>Días</b>   | <b>Recorrido</b>  |
| 1  | Lunes<br>Martes<br>Miércoles<br>Jueves<br>Viernes         | Zona oriental de Machachi<br>La bomba-Los Ilinizas-El Complejo<br>Zona oriental de Machachi<br>La bomba-Los Ilinizas-El Complejo<br>Zona Oriental de Machachi   |
| 3  | Lunes<br>Martes<br>Miércoles<br>Jueves<br>Viernes         | Zona Occidental Machachi (dos viajes)<br>Pilongo-Camino viejo-Café de la Vaca<br>Zona Occidental Machachi<br>Pilongo-Camino viejo-Café de la Vaca<br>Zona Occidental Machachi   |
| 8  | Lunes<br>Martes<br><br>Miércoles<br>Jueves<br>Viernes     | Tambillo Joya-Belén-Estación-B. Paraíso<br>San José-Cutuglagua-Calle Principal<br>Miguel-Colegio Cutuglagua-Sta Catalina<br>Murco-Miraflores-Rosal-V. Hermoso-Tambillo viejo<br>Tambillo Joya-Belén-Estación-B. Paraíso<br>Miguel-Colegio Cutuglagua-Sta Catalina   |
| 11   | Lunes<br>Martes<br><br>Miércoles<br>Jueves<br>Viernes     | Aloag (dos veces)<br>Colegio Machachi-Tahuachi-Pinllocruz<br>Tucuso-Chamizas-Camino Viejo-Aloasi-San Javier<br>Agrofrío-Fabrica Flores-Quesos-San Agustín-Pinllocruz-Sta Rosa-Chaupi<br>Aloag (2viajes)<br>Colegio Machachi-Tahuachi-Pinllocruz-Tucuzo-Chanizas-Camino Viejo-Aloasi-Culala bajo- San Javier.  |
| 8  | Lunes<br>Martes<br><br>Miércoles<br>Jueves<br>Viernes     | Camal-Deliza-Fca Paraíso-Remonta-Panamovil-San Carlos<br>Fca Tesalia-Primavera-Tambo 1y2-Gasolinera Machachi-Chaupi<br>Camal-Delisa-Ecofros-Gütig Alto y Bajo-Eucaliptos-Mariana de Jesús<br>Tesalia-Bomba(Condabulo)-Obelisco-Fca Paraíso-Remonta-Panamovil-San Carlos<br>Camal-Delisa-Uyumbicho   |
| Camioneta Chevrolet Dirección S.P.                 | Viernes   | Parroquia Cornejo Astorga   |
| Volqueta 3<br>Volqueta 6<br>Cargadora INTERNAC 510 | Lunes<br>Martes<br><br>Miércoles<br>Jueves<br><br>Viernes | Mercado Central y Mayorista<br>Hacinamiento 1: Gonzáles Suárez y Barriga<br>Hacinamiento 2: 10 de agosto y 11 de noviembre<br>Hacinamiento 3: José Mejía y 11 de noviembre<br>Hacinamiento 4: Sucre y Atahualpa<br>Hacinamiento 5: Sucre y el Hogar<br>Hacinamiento 6: 10 de agosto y Venezuela<br>Hacinamiento 7: Venezuela y Colombia<br>Hacinamiento 8: Barriga y Nueva España<br>Hacinamiento 9: 10 de agosto y Jorge Molina<br>Hacinamiento 10: Caras y nueva España |

El servicio de recolección en la ciudad de Machachi tiene una cobertura aproximada al 90% de su área urbana.

Se ha dispuesto lugares en la ciudad en los cuales los habitantes acuden para acumular las fundas con basura, lugares que se les han denominado hacinamientos y son los sitios en los cuales las volquetas efectúan la recolección.

d) Características de los recolectores y operarios

| <b>Cuadro 2-8</b> |            |               |     |          |            |           |            |           |   |
|-------------------|------------|---------------|-----|----------|------------|-----------|------------|-----------|---|
| Vehículo          |            |               |     |          |            | Operarios |            |           |   |
| Nº                | Tipo       | Marca         | Ano | Estado   | Observa.   | Chofer    | Canasteros | Ayudantes |   |
| 1                 | Recolector | Internacional | 76  | Funciona |            | 1         | 2          |           |   |
| 3                 |            | Internacional | 80  | Funciona |            | 1         | 2          |           |   |
| 5                 |            | Dina          | 80  | Dañado   | Rep. Motor |           |            |           |   |
| 6                 |            | Ford 13000    | 86  | Dañado   | Rep. Motor |           |            |           |   |
| 7                 |            | Ford 13000    | 86  | Dañado   | Rep. Motor |           |            |           |   |
| 8                 |            | Ford 13000    | 86  | Funciona |            | 1         | 2          |           |   |
| 9                 |            | Ford 13000    | 86  | Dañado   | Rep. Motor |           |            |           |   |
| 10                |            | Ford 13000    | 86  | Dañado   | Rep. Motor |           |            |           |   |
| 11                |            | Ford 13000    | 86  | Funciona |            | 1         | 2          |           |   |
|                   |            | Volqueta      |     |          | Funciona   |           | 1          |           | 2 |
|                   |            | Cargadora     |     |          | Funciona   |           | 1          |           | 1 |
|                   | Camioneta  |               | 99  | Funciona |            | 1         |            |           |   |
|                   | Tractor    | D4-D Caterpi  |     | Funciona |            | 1         |            |           |   |

Como se puede observar en el cuadro de los 9 autos recolectores, únicamente 4 funcionan y prestan servicio en la actualidad; los cinco restantes descansan en un galpón.

A la gente que opera en esta actividad se le entrega el material necesario para su seguridad como son: guantes, botas de cuero y caucho, impermeables y mascarillas. Equipo que no es utilizado por los trabajadores.

- e) Días de recolección y número de viajes de recolectores y volquetes de la basura almacenada en los hacinamientos.

La recolección se la realiza con 2 volquetes, una carga y dos recolectores (8 y 11).

| N° Hacinamiento | Dias de Recolección | N° de viajes |            | Tipo de Hacinamiento                  |
|-----------------|---------------------|--------------|------------|---------------------------------------|
|                 |                     | Volqueta     | Recolector |                                       |
| 1               | M,M,J,V             | 1 c/u        |            | B. Cielo Abierto                      |
| 2               | L                   | 4 c/u        |            | Container y 5 tanques de 55 galones   |
|                 | M,M,J,V             | 1 c/u        |            |                                       |
|                 | S                   |              | 1          |                                       |
| 3               | L                   | 4 c/u        |            | Container y botaderos a cielo abierto |
|                 | M,M,J,V             | 1 c/u        |            |                                       |
|                 | S                   |              | 1          |                                       |
| 4               | M,M,J,V             |              |            | Botaderos a cielo abierto             |
| 5               | M,M,J,V             |              |            |                                       |
| 6               | M,M,J,V             |              |            |                                       |
| 7               | M,M,J,V             | 1 c/u        |            |                                       |
| 8               | M,M,J,V             |              |            |                                       |
| 9               | M,M,J,V             |              |            |                                       |
| 10              | M,M,J,V             |              |            |                                       |

Toda la basura recolectada por el equipo automotor con sus operarios respectivos es transportada directamente por estos, hasta la disposición final. A continuación se presenta un cuadro resumen de la cantidad de basura recolectada y su disposición final.

| Detalle       | Toneladas de basura dispuestas en: |             |             |              |              |             |
|---------------|------------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
|               | Botadero Romerillos                |             |             |              |              |             |
|               | Días                               |             |             |              |              |             |
|               | L                                  | M           | M           | J            | V            | S           |
| Machachi      | 10.92                              | 7.28        | 7.28        | 7.28         | 7.28         |             |
| Hacinamientos | 9.6                                | 2.4         | 2.4         | 2.4          | 2.4          | 4.08        |
| Parroquias    | 8.16                               | 6.12        | 6.12        | 8.16         | 9.36         |             |
| Fábricas      | 1.04                               | 0.26        | 0.26        | 0.26         | 0.26         |             |
| <b>Total</b>  | <b>29.72</b>                       | <b>16.1</b> | <b>16.1</b> | <b>18.10</b> | <b>19.30</b> | <b>4.08</b> |



De acuerdo con la tabla, el día en el cual se recolecta mayor cantidad de basura es el día lunes.

f) Déficit de recolección y transporte de basura

El peso promedio del envase dispuesto en la acera es de 9.38 kg. Correspondiente a la basura de 4 días de una familia de 4.48 habitantes/casa o equivalente a 0.52 kg. por habitante.

| <b>Cuadro 2-11</b>   |               |                |                    |                 |           |                 |       |   |                  |      |                     |      |
|--|---------------|----------------|--------------------|-----------------|-----------|-----------------|-------|---|------------------|------|---------------------|------|
| <b>PESAJE DE LA BASURA DE MACHACHI Y COBERTURA DEL SERVICIO EN TERMINOS DE POBLACIÓN Y VIVIENDAS CON EL EQUIPO AUTOMOTOR EN SERVICIO</b> |               |                |                    |                 |           |                 |       |   |                  |      |                     |      |
| Parroquia  | Peso Promedio | Promedio       | Población          | N° de Viviendas | Densidad  | Prod. De Basura |       | N° de días necesarios para disponer envases de 9.38 Kg./ envase | Cobertura        |      |                     |      |
|  | Kg. /envase   | Casas /manzana | 90% Población Act. |                 | Habt/casa | Persona         | Casa  |   | Términos de hab. |      | Términos de viviend |      |
|  |               |                |                    |                 |           | Kg./d           | Kg./d |   | Recolector (Ton) |      | Recolector (Ton)    |      |
|  |               |                |                    |                 |           |                 |       |   | Ford             | Dina | Ford                | Dina |
| Machachi   | 9.38          | 25             | 19982              | 4460            | 4.48      | 0.5             | 2.24  | 4   | 4080             | 7280 | 911                 | 162  |
|  |               |                |                    |                 |           |                 |       |   | 11360            |      | 2536                |      |

*Cuadro 2-12*

| <b>OFERTA Y DÉFICIT DEL SERVICIO EN EL CANTÓN</b> |                             |                     |                              |                       |                |                      |              |
|---|-----------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------|----------------|----------------------|--------------|
| <b>Parroquia</b>                                  | <b>Producción de basura</b> |                     | <b>Recolección de Basura</b> |                       | <b>Déficit</b> |                      |              |
|   | Población a ser servida     | Producción Ton/ Día | Recolección Ton/día          | Población servida hoy | Ton/ día       | Población Habitantes | %            |
| <b>Machachi</b>                                   | 19982                       | 10.0                | 8                            | 16000                 | 2.00           | 4000                 | 20           |
| <b>Parroquias</b>                                 | 22929                       | 11.50               | 4.74                         | 9480                  | 6.76           | 13520                | 59           |
| <b>Total</b>                                      | <b>42911</b>                | <b>21.50</b>        | <b>12.74</b>                 | <b>25480</b>          | <b>8.76</b>    | <b>17520</b>         | <b>40.70</b> |

|                          |  |            |            |  |          |            |
|--------------------------|--|------------|------------|--|----------|------------|
| <b>Plazas y Mercados</b> |  | 3.88       | 3.88       |  | 0        | 100        |
| <b>Fábricas</b>          |  | 0.42       | 0.42       |  | 0        | 100        |
| <b>TOTAL</b>             |  | <b>4.3</b> | <b>4.3</b> |  | <b>0</b> | <b>100</b> |

*Cuadro 2-13*

| <b>Detalle</b>    | <b>Población a ser servida</b> | <b>Basura Ton/día</b> | <b>Recolección Ton/día</b> | <b>Déficit Ton/día</b> |
|-------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|
| <b>Machachi</b>   | 19982                          | 10.0                  | 12.74                      | 8.76                   |
| <b>Aloag</b>      | 3563                           | 1.78                  |                            |                        |
| <b>Aloasí</b>     | 3480                           | 1.74                  |                            |                        |
| <b>Cutuglagua</b> | 7337                           | 3.67                  |                            |                        |
| <b>El Chaupi</b>  | 567                            | 0.28                  |                            |                        |
| <b>Tambillo</b>   | 4306                           | 2.15                  |                            |                        |
| <b>Uyumbicho</b>  | 2879                           | 1.44                  |                            |                        |
| <b>Tandapi</b>    | 797                            | 0.40                  |                            |                        |
| <b>Total</b>      | 42911                          | 21.50                 |                            |                        |

El municipio con todo el equipo automotor disponible y apto para la recolección presenta un déficit de 8.76 Ton / día.(cuadro 2-14)

g) Disposición final

El botadero que actualmente se encuentra en funcionamiento es aquel ubicado en el sector de Romerillos a 12 Km. de Machachi al margen derecho de la vía Panamericana sur en dirección sur y de una quebrada de aproximadamente 50 m de profundidad que conduce un caudal mínimo en época veraniega; en invierno las precipitaciones arrecian las aguas de una micro cuenca considerable.

Este botadero presta servicio desde hace 19 años y sin ninguna clase de estudio o mantenimiento adecuado.

En este basurero se encuentran trabajando actualmente cerca de 10 personas (minadores) clasificando la basura para luego comercializarla.

Mediante la ayuda de un guardián se controla el ingreso de la basura y que esta sea dispuesta ordenadamente, cuyo horario es de lunes a viernes de 8h00 a 16h00. Se cuenta con un Bull-Dosser con un operador el cual ayuda a arrastrar la basura al borde con el fin de dejarla caer hacia la quebrada.

La basura arrojada hacia la quebrada contamina las aguas de la microcuenca transformándose en un gran riesgo para la salud de los pobladores de la zona.

## **CAPITULO 3**

### **LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE AL CIERRE DEL BOTADERO**

#### **3.1 MARCO GENERAL**

##### **CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA**

La Constitución Política de la República del Ecuador en sus diferentes artículos señala que cada uno de los ciudadanos estamos en la obligación de defender el patrimonio natural protegiendo el medio ambiente, para esto la ley establecerá las distintas restricciones al ejercicio de las diferentes actividades tomando en cuenta que cada ciudadano tiene derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación.

##### **LEY DE GESTION AMBIENTAL**

Toda obra publica, privada o mixta que pueda causar impactos ambientales deberá contar con licencia respectiva otorgada por el Ministerio de Ambiente.

Los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base, evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorias ambientales y planes de abandono.

Una vez que se cumplan todos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos, el ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente.

**TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA**  
**LIBRO VI**  
**DE LA CALIDAD AMBIENTAL**

El Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional la gestión integral de residuos sólidos en el país, como una responsabilidad compartida por toda la sociedad. Se establece como políticas de la gestión de residuos sólidos en el ámbito de salud y ambiente:

- La prevención y minimización de los impactos, armonización de los criterios ambientales y sanitarios en el proceso de evaluación de impacto ambiental.
- Desarrollo de sistemas de vigilancia epidemiológicas en las poblaciones
- Promoción de la educación ambiental y sanitaria

En el ámbito social se brinda mas apoyo a la educación para crear una cultura de manejo de los residuos sólidos.

Como **principio precautorio**: en el caso de existir un daño grave o irreversible al ambiente, la ausencia de certidumbre científica, no será usada por ninguna entidad reguladora nacional, regional, provincial, local, como una razón para posponer las medidas costo-efectivas que sean del caso para prevenir la degradación del ambiente.

**CÓDIGO DE SALUD (D.S.188 RO: 158 DE 8 DE FEB. DE 1971)**

El Código de Salud fue el primer cuerpo operacional en referirse al manejo de desechos sólidos, dando pautas para las leyes restantes además de fijar los organismos suplementarios para manejar lo referente a calidad ambiental.

El Ministerio de Salud es el organismo encargado de aplicar el código, a través del IEOS aplicaba la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (LPCCA) y sus respectivos reglamentos.

El Capítulo V de dicho código trata específicamente sobre la recolección y disposición de basura, donde se imputa a los municipios la obligación de realizar tal actividad.

## **LEY DE RÉGIMEN MUNICIPAL**

En lo concerniente a la relación de la autoridad de salud con las municipalidades, el Título XIV del Código de Salud establece que los municipios deberán sujetarse a la política general del Código de Salud y deberán ser aprobadas sus ordenanzas y reglamentos relacionadas al tema salud. Y es facultad del Ministerio de Salud supervisar y realizar controles: Estas disposiciones concuerdan con la Ley de Régimen Municipal en sus Art. 16 Y 164.

### **MARCO LEGAL VIGENTE EN EL MUNICIPIO DE MEJÍA**

El servicio de Aseo Público y Recolección de Basura para el Cantón Mejía se reglamenta mediante ordenanza que aprobó el Consejo Municipal el 4 de enero de 1985.

En el año 1994 se dictó una reforma a la ordenanza antes mencionada, en la que se cambia la estructura tarifaria y se indexa al salario mínimo vital en porcentajes de acuerdo al sector al que pertenezca, sea residencial, comercial, industrial, etc. De la misma forma se reglamenta el cobro de este servicio a través de las cartas de consumo de agua.

Existe una declaratoria de emergencia para el servicio de recolección de basura aprobada por el concejo el 15 de noviembre del 2001, en el cual se autoriza la adquisición de un recolector y los repuestos necesarios para repotenciar los que mantiene en la actualidad la municipalidad.

Reglamento sustitutivo para la creación y manejo del fondo rotativo para atender las necesidades del parque automotor y equipo pesado de la municipalidad, el mismo que se está aplicando para la gestión del servicio.

Reglamento para la ejecución de obras, adquisición de bienes y prestación de servicios.

Quinto Contrato colectivo de trabajo entre la municipalidad y el sindicato único de trabajadores que norma las relaciones laborales para la prestación de servicios.

## **CAPITULO 4**

### **DEFINICIÓN DEL AREA DE ESTUDIO**

#### **4.1. ÁREA DE INCIDENCIA DIRECTA**

El proyecto se encuentra ubicado en la vía Quito – Ambato en el sector de Romerillos dentro de la quebrada de nombre Unión Grande

La ubicación UTM del sector de ejecución del proyecto es 767014 E , 9932761N.

Se encuentra a una altitud de 3421 m.s.n.m. La zona en la que se encuentra ubicado el botadero no tiene representatividad alguna en lo referente a diversidad de flora y fauna ya que en la zona solo se encuentran cultivos, en su mayoría de papas.

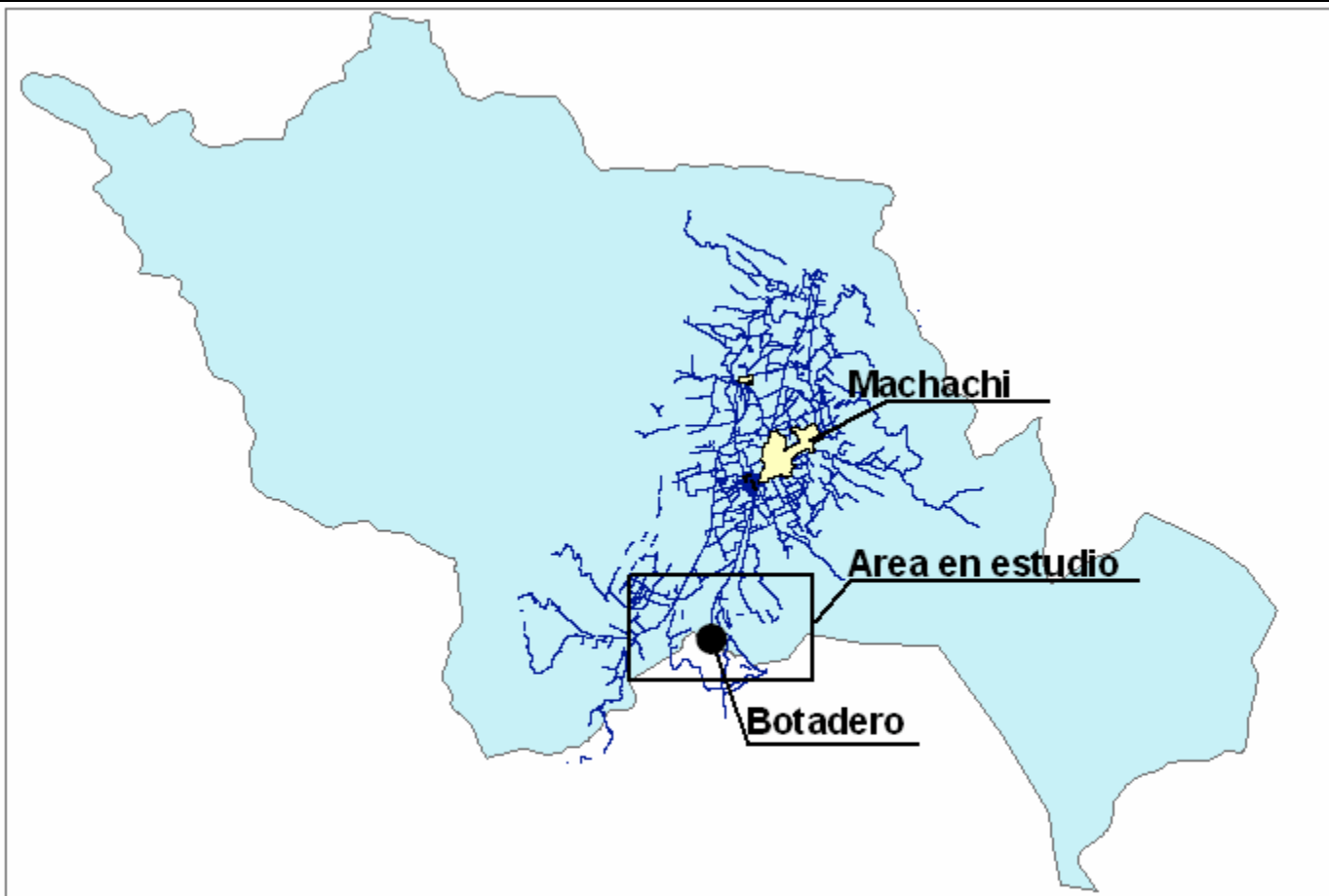
El área de incidencia directa corresponde al área de emplazamiento del botadero y al entorno directamente afectado por los escurrimientos superficiales y líquidos lixiviados provenientes del botadero a causa de lluvias, en este caso el Río Jambelí y la población del Chaupi. Al igual que los caseríos que se encuentran en los alrededores del botadero que se dedican principalmente a la agricultura la cuales corresponden a cultivos principalmente de papas, col, maíz, zanahoria, mellocos, habas, trigo, cebolla larga y pasto para ganado.

Esta área también será afectada por los gases y humos producidos por la continua combustión interna en el botadero, debido a su cercanía, pudiendo provocar afectaciones a la salud de los pobladores.

#### **4.2. ÁREA DE INCIDENCIA INDIRECTA**

El área de incidencia indirecta corresponde a los asentamientos más lejanos pero afectados por causa de los impactos negativos que produce el botadero en las aguas que posteriormente será utilizada para riego.

En épocas lluviosas el caudal que baja por la quebrada aumenta, arrastrando los lixiviados producidos en el botadero. Esta agua alimentara al Río Jambelí, que desembocara al río San Pedro. El Río San Pedro cruza por el Valle de los Chillos siendo utilizada para agua de riego.



3 Información obtenida de la base de datos en el programa ARCVIEW de CODECAME

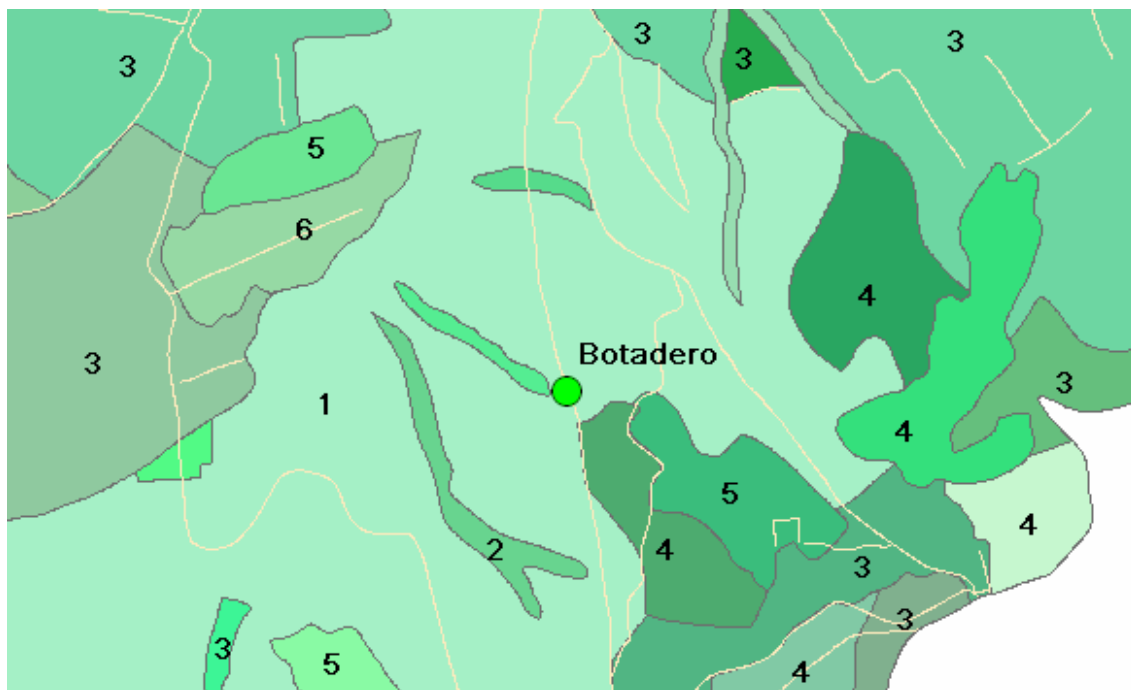
*Mapa 1*



### 4.3. USOS PREDOMINANTES DEL ÁREA DE INCIDENCIA

El área del botadero es netamente agrícola, siendo los principales cultivos: papas, col, maíz y pasto

*Mapa 2*



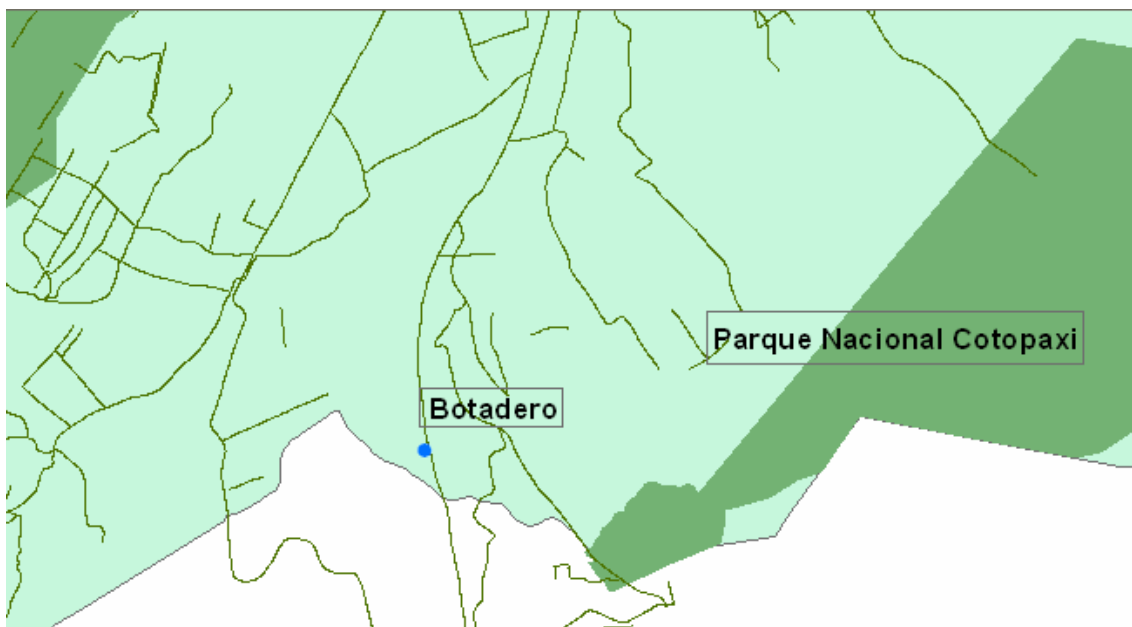
| <sup>3</sup> Número | Contenido   |
|---------------------|-------------|
| 1                   | Papas       |
| 2                   | Sin cultivo |
| 3                   | Pasto       |
| 4                   | Pino        |
| 5                   | Maíz        |
| 6                   | Col         |

Cerca de al Botadero se encuentra el *Parque Nacional Cotopaxi*, con una superficie de 33.393 hectáreas, un clima frío de alto andino, temperaturas que varían entre los 0 y 15 grados centígrados. Las zonas mas bajas de este Parque se encuentran pobladas por algunas

<sup>3</sup> Información obtenida de la base de datos en el programa ARCVIEW de CODECAME (Consorcio para el desarrollo del Cantó Mejía)

especies arbóreas y arbustivas entre las que sobresalen el pumamaqui, pino, capulí, pucunero, mortiño, valeriana, orejas de conejo, gencianas, cacho de venado, romerillo, quishuar y quinua. En la altura se encuentran agrupaciones de chuquirahua, ashpa chocho, gramíneas, pajonales de páramo, líquenes y licopodios. En las zonas más altas, la vegetación esta representada por plantas mas simples como musgos y líquenes que forman colonias de rosetas y almohadillas. En cuanto a fauna los mamíferos que se pueden encontrar en la zona son el venado, lobo de páramo, cervicabra, puma, venado de cola blanca, conejo, zorrillo, caballo cimarrón, congo negro, oso y musaraña. Existe gran variedad de especies de aves representadas por el cóndor andino, ligles, gavilán de espalda roja, curiingue, búho, torcaza, gaviota andina, chucuri, perdiz de páramo, lechuza, gallareta, pato punteado, compadre gaspar y quilico.

### **Mapa 3**



La quebrada es parte del sistema de cuencas hidrográficas que desciende del volcán Cotopaxi, y desemboca en la población de El Chaupi en el río Jambeli.

Esta cuenca hidrográfica esta formada en su parte superior por dos hondonadas de menor longitud.

La mayor actividad económica del sector es el cultivo de papa el cual, en relación a los requerimientos climáticos, es un cultivo de clima templado frío.

Dichos cultivos son regados con aguas captadas que bajan del botadero quebrada abajo.  
Destino final de estos productos son el mercado central de Machachi, lugar en el que se distribuye para las diferentes provincias del país.

## CAPITULO 5

### LINEA BASE AMBIENTAL DEL AREA DE INFLUENCIA

El botadero a cielo abierto se encuentra a 12 kilómetros del pueblo de Machachi en el sector de Romerillos cerca de la población de el Chaupi, en él se depositan todos los residuos del cantón incluyendo los residuos hospitalarios sin ningún tratamiento previo, consta de aproximadamente 20000 m<sup>2</sup> y opera desde hace 19 años.

Por debajo de dicha carretera, cruza una tubería de 1.90 m. de diámetro y 110.20 m de longitud para encausar el pequeño caudal que baja por la quebrada, que convierte al botadero en un foco de contaminación por el flujo de agua presente en épocas de invierno. En cuanto a la hidrología, el Botadero se encuentra ubicado en una zona de gran humedad, ya que se encuentra en los 95.83 mm promedio al año de precipitación, según datos proporcionados por el INHAMI en un período de 22 años. No se hicieron estudios de nivel freático debido al elevado costo que esto significaría.

El sector de Romerillos es una zona de gran producción agrícola por lo que se debe prestar mayor atención a posibles focos de contaminación.

#### 5.1 MEDIO FÍSICO

##### **Clima:**

El botadero se encuentra ubicado en una área de gran influencia de los vientos helados provenientes del volcán Cotopaxi ubicándose a los 3421 m.s.n.m.

##### **Vientos:**

Los datos estadísticos de vientos obtenidos, correspondientes a observaciones de la estación CLIRSEN ubicado dentro del Parque Nacional Cotopaxi, indican que los vientos del Sur (S) son los de mayor frecuencia a lo largo de todo el año.

##### **Precipitaciones:**

El área de estudio presenta grandes precipitaciones; con humedad relativa elevada y la nubosidad abundante. Desde un punto de vista pluviométrico, el área está inmersa en una

zona húmeda. Los registros de la estación, registran un promedio mensual de 95.83 mm de precipitación

Las mayores precipitaciones registradas pertenecen a los meses de febrero a mayo las menores en los meses de junio, julio y agosto.

**Temperatura:**

Las temperaturas son relativamente bajas, debido a la altitud y la influencia de los vientos provenientes del volcán Cotopaxi con promedio anual de 8.4 °C.

**Humedad Relativa:**

La humedad relativa promedio es de 93%, con el mayor valor en lo meses de Diciembre, enero y febrero con 94%.

| <sup>4</sup>                             | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo  | Junio | Julio | Agost | Sep   | Oct   | Nov   | Dic   | Prom         |
|--|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Precipitación (mm)                       | 92.7  | 114.3   | 130.4 | 133.8 | 123.5 | 70.4  | 51.1  | 44.2  | 87.7  | 121.3 | 90.7  | 89.9  | <b>95.83</b> |
| Temperatura Media ( °C )                 | 8.3   | 8.4     | 8.5   | 8.4   | 8.4   | 8.3   | 8.2   | 8.3   | 8.3   | 8.2   | 8.4   | 8.5   | <b>8.4</b>   |
| Humedad Relativa (%)                     | 94    | 94      | 93    | 93    | 93    | 93    | 93    | 93    | 93    | 93    | 93    | 94    | <b>93</b>    |
| Dirección del Viento                     | S     | S       | S     | S     | S     | S     | S     | S     | S     | S     | S     | S     |              |
| Velocidad del Viento (m/seg)             | 6.9   | 6.4     | 6.4   | 5.9   | 6.5   | 7.4   | 7.8   | 7.8   | 6.8   | 6.2   | 6.4   | 6.4   | <b>6.7</b>   |
| Evapotranspiración (mm)                  | 22.1  | 25.3    | 26.2  | 26.2  | 18.5  | 19.4  | 25.0  | 29.9  | 29.5  | 31.3  | 26.0  | 26.8  | <b>25.51</b> |
| Radiación solar ( Watts/m <sup>2</sup> ) | 582.7 | 55.1    | 516.0 | 495.5 | 510.9 | 572.4 | 598.1 | 623.7 | 562.2 | 577.6 | 598.1 | 567.3 |              |
| Serie:1965-1993                          |       |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |              |

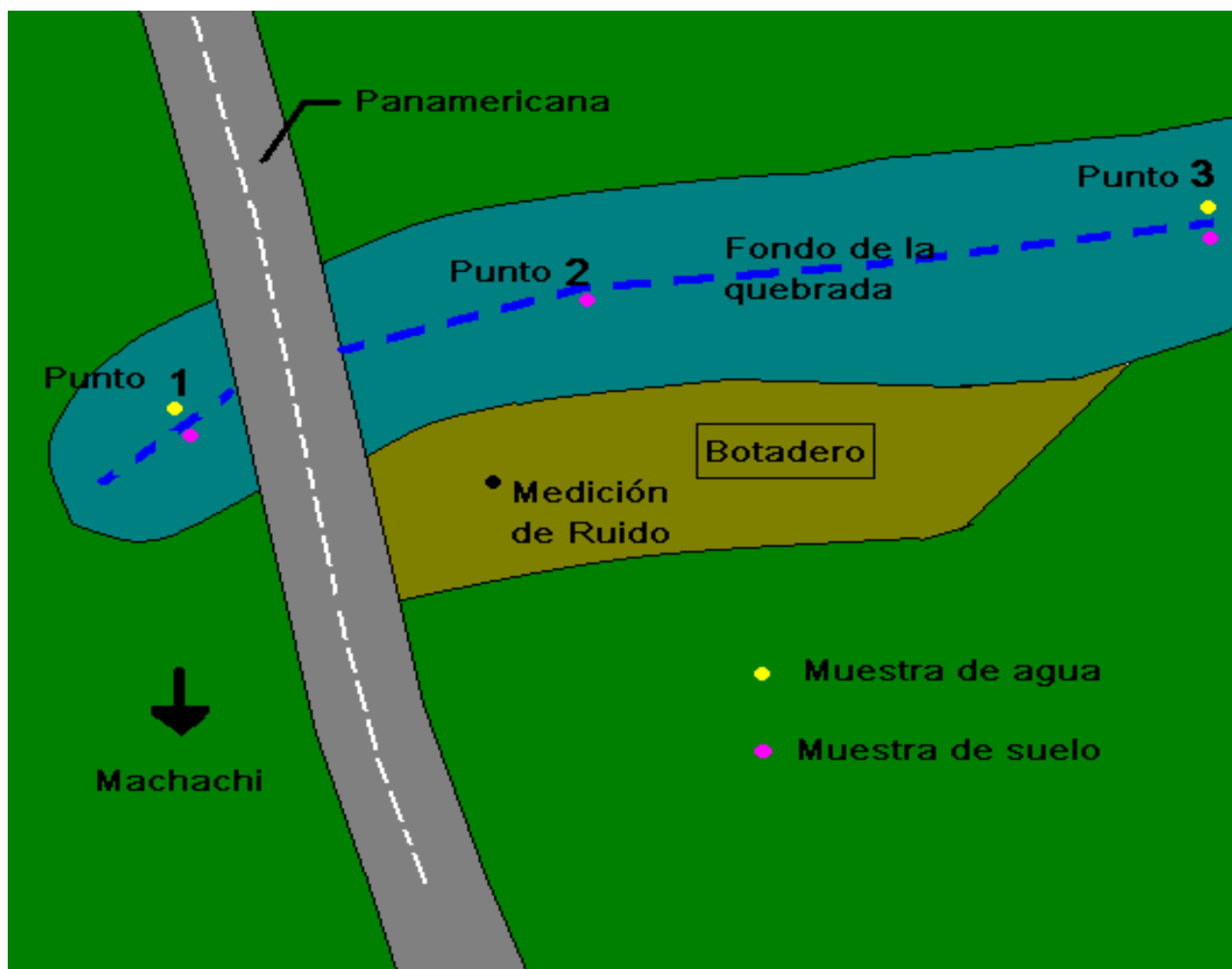
<sup>4</sup> Datos obtenidos gracias al INAMHI, Estación Cotopaxi, serie 1965-1993

## 5.2 ANÁLISIS Y MEDICIONES

Los análisis fueron realizados en el laboratorio de la Universidad Internacional SEK, mediante el equipo de espectrofotometría HACH 2000, bajo la supervisión de la Ing. Química Ana Lucia Silva.

### Ubicación de los puntos de muestreo de suelo agua y medición de ruido

Mapa 3



**Punto 1:** Ubicado aguas arriba, al lado izquierdo de la Panamericana en sentido Quito – Ambato. Se tomó muestras de suelo y agua. Coordenadas UTM 17767113E, 9932595N

**Punto 2:** Punto ubicado al fondo de la quebrada en la que se encuentra el botadero. Se tomó muestras de suelo. Coordenadas UTM 17781759E, 9968079N

**Punto 3:** Ubicado aguas abajo, final del botadero. Se tomaron muestras de agua y suelo.

### **5.2.1 Medición de Ruido**

#### **Procedimiento:**

La medición fue realizado con el sonómetro Thomas Scientific modelo No. 8331- A20 orientándolo hacia los cuatro puntos cardinales, el día martes 12 de mayo a las 10:20 am. Obteniendo los siguientes resultados.

| NORTE | SUR | ESTE | OESTE |
|-------|-----|------|-------|
| 56.9  | 50  | 47.9 | 57.8  |

Observaciones:

- Norte: Presencia de un desnivel de suelo de 3 metros de alto
- Oeste: Paso constante de autos por la carretera

### **5.2.2 Análisis del Suelo**

#### **Procedimiento:**

Para la toma de muestras de suelo se procedió con ayuda de una pala de jardinería a tomar una muestra superficial de suelo para luego colocarla en una funda plástica.

Para su conservación se utilizó un bolso térmico a baja temperatura para mantener la muestra fresca hasta su análisis.

Para los respectivos análisis se utilizó el procedimiento para análisis de cada uno de los metales descrito en el manual del espectrofotómetro HACH DR/4000.

Previo a los análisis se realizó una digestión de la muestra de suelo utilizando ácido clorhídrico y agua destilada.



## Resultados:

| <sup>5</sup> Puntos | Punto 1 | Punto 2 | Punto 3 | Limite Permissible |
|---------------------|---------|---------|---------|--------------------|
| Plomo mg/Kg         | 2.5     | 1.2     | 2.1     | 100                |
| Cadmio mg/Kg        | 2.3     | 0.9     | 0.2     | 2                  |
| Niquel mg/Kg        | 4       | 1       | 2       | 50                 |
| Cromo mg/Kg         | 6.4     | 5.3     | 1       | 0.4                |

**Punto 1:** Antes del botadero

**Punto 2:** Fondo del botadero

**Punto 3:** Después del botadero

### ✓ Observación:

- Los parámetros en el punto # 1 de cadmio y cromo exceden el valor permitido por la norma.
- En el caso del cromo tenemos que el valor obtenido del análisis de los tres puntos se encuentra muy superior al límite permisible.

### 5.2.3 Análisis de Agua

#### **Procedimiento:**

Se procedió a tomar la muestra de agua en recipientes plásticos limpios, se los sumergió en el agua hasta que el recipiente se haya llenado completamente, evitando dejar aire en la botella.

Para los respectivos análisis se utilizó el procedimiento para análisis de cada uno de los metales descrito en el manual del espectrofotómetro HACH DR/4000

---

<sup>5</sup> NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS, Tabla 2 (CRITERIOS DE CALIDAD DE SUELO)

### Datos in-situ

| Punto | pH   | Temperatura | Conductividad | Oxígeno Disuelto | Coordenadas           |
|-------|------|-------------|---------------|------------------|-----------------------|
| 1     | 8.32 | 13          | 179.4 us/cm   | 8.03 mg/l        | 797113 E<br>9932595 N |
| 3     | 8.29 | 12.5 °C     | 98.2 us/cm    | 6.42 mg/l        | 781759 E<br>9968079N  |

Los datos in-situ fueron tomados con ayuda del potenciómetro marca HACH.

### Datos de Laboratorio:

| Punto                                 | Plomo     | Cadmio    | Cromo     | Níquel  | DQO   | DBO5 |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|---|------|
| 1                                     | 0.013 ppm | 0.063 ppm | 0.036 ppm | 0.0 ppm | 340   | 247  |
| 3                                     | 0.013 ppm | 0.027 ppm | 0.024 ppm | 0.0 ppm | 680   | *329 |
| <b>Limite Permisible</b> <sup>6</sup> | 0.05 ppm  | 0.01 ppm  | 0.1 ppm   | 0.2 ppm | * Valor característico en aguas servidas domésticas |      |

#### ✓ Observación:

- En el caso del análisis de la muestra de agua obtenida previa a llegar al área del botadero encontramos que el cadmio se encuentra sobrepasando los límites permisibles.
- Según los resultados de los análisis realizados en el laboratorio no se observó que ninguno de los parámetros analizados del punto # 3 sobrepaso la norma.

<sup>6</sup> SUMA, Libro IV, Tabla 6 (Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola)

### 5.3 FLORA<sup>7</sup>



Para analizar el tipo de flora existente en el lugar se realizó un inventario general del sector del botadero, específicamente la pared frontal de botadero la cual al parecer es la menos afectada ya que el terreno circundante esta conformado por cultivos y áreas de pastoreo.

La flora predominante consiste en plantas herbáceas, resultado de la desaparición de los pajonales originales de la zona.








La Chilca planta que prevalece en la zona es una de las mas importantes por su extensión en el terreno.








Según las entrevistas realizadas a algunas personas habitantes de la zona cercana al Chaupi, las plantas nativas de la zona son: romerillo, polilepis, pajonal, berros y tilo.

Las especies de plantas reconocidas cerca al botadero son las siguientes:

| Nombre Científico                | Familia       | Nombre común | Fotografía  |
|----------------------------------|---------------|--------------|---|
| <i>Diplosrephium glandulosum</i> | Asteraceae    |              |  |
| <i>Oreopana</i>                  | Arearaliaceae | Pumamaky     |  |

<sup>7</sup> Fotografías obtenidas de la pagina [http://www.mobot.org/MOBOT/research/paramo/flora\\_ilus.shtml](http://www.mobot.org/MOBOT/research/paramo/flora_ilus.shtml) de Missouri Botanical Garden

|  |                            |                       |   |
|--|----------------------------|-----------------------|---|
| <i>Arracacia elata</i> ;                 | Apiaceae                   |                       |    |
| <i>Gynoxys cuicochensis</i>              | Asteraceae o<br>Compositae | Tucshi                |    |
| <i>Gynoxys miniphylla</i>                | Asteraceae o<br>Compositae | Tucshi<br>hembra      |    |
| <i>Hypochaeris sessiliflora</i> ;        | Asteraceae o<br>Compositae | Chicoria              |   |
| <i>Oritrophium crocifolium</i><br>(Lam.) | Asteraceae o<br>Compositae | Clavelina de<br>cerro |  |
| <i>Pentacalia arbutifolia</i><br>(Kunth) | Asteraceae o<br>Compositae |                       |  |
| <i>Berberis lutea</i>                    | Berberidaceae              | Shuspilla             |  |

|  |  |                           |   |
|--|--|---------------------------|---|
| <i>Calceolaria rosmarinifolia</i>        | Scrophulariaceae<br>o<br>Calceolariaceae | Zapatito                  |    |
| <i>Pernettya prostrata</i>               | Ericaceae                                | Nigua o Borrachera        |    |
| <i>Vaccinium floribundum;</i>            | Ericaceae                                | Mortiño o Pepas de Raposo |    |
| <i>Ribes lehmannii</i><br>Janc.;         | Grossulariaceae                          |                           |   |
| <i>Bartsia laticrenata</i><br>Benth.;    | Scrophulariaceae<br>u<br>Orobanchaceae   |                           |  |
| <i>Plantago australis</i><br>Lam.        | Plantaginaceae                           |                           |  |
| <i>Paspalum bonplandianum</i><br>Flüggé; | Poaceae o<br>Gramineae                   |                           |  |

|  |                     |                             |   |
|--|---------------------|-----------------------------|---|
| <i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.; | Poaceae o Gramineae | Paja                        |    |
| <i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.;  | Rosaceae            | Hieba del infante del cerro |    |
| <i>Polylepis reticulata</i> Kunth;                 | Rosaceae            | Árbol de papel              |    |
| <i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.;    | Rosaceae            | Cashajalo o Manzana Cashpi  |   |
| <i>Passiflora cumbalensis</i> (Karst.) Harms;      | Passifloraceae      | Gullán                      |  |
| <i>Hypericum laricifolium</i>                      |                     | Romerillo de páramo         |   |
| <i>Baccharis Polyantha</i>                         |                     | Chilca                      |   |

#### 5.4 FAUNA

En el área no se encuentran rastros de animales silvestres puesto que hábitat han sido modificados produciendo la migración de especies debido a la agricultura y ganadería.

Según las entrevistas realizadas a la población del área, el animal mas observado son los conejos de páramo, pero con el tiempo han ido desapareciendo.

Según los habitantes de la zona no se han observado ninguna clase en especial de aves, mas que las que salen del bosque del bosque del Cotopaxi.

## 5.5 SOCIAL

A continuación se presenta algunos datos obtenidos del programa IMFOPLAN que refleja los datos obtenidos del último censo realizado.

En los datos DEMOGRÁFICOS tenemos:



Datos de EDUCACIÓN



Datos de SALUD



Datos de VIVIENDA

- Viviendas Totales 17943
- Porcentaje de viviendas con servicio de agua por tubería en su interior 53,81
- Porcentaje de viviendas con servicio de luz eléctrica 92,49

## 5.6 TIPO DE SUELO<sup>8</sup>

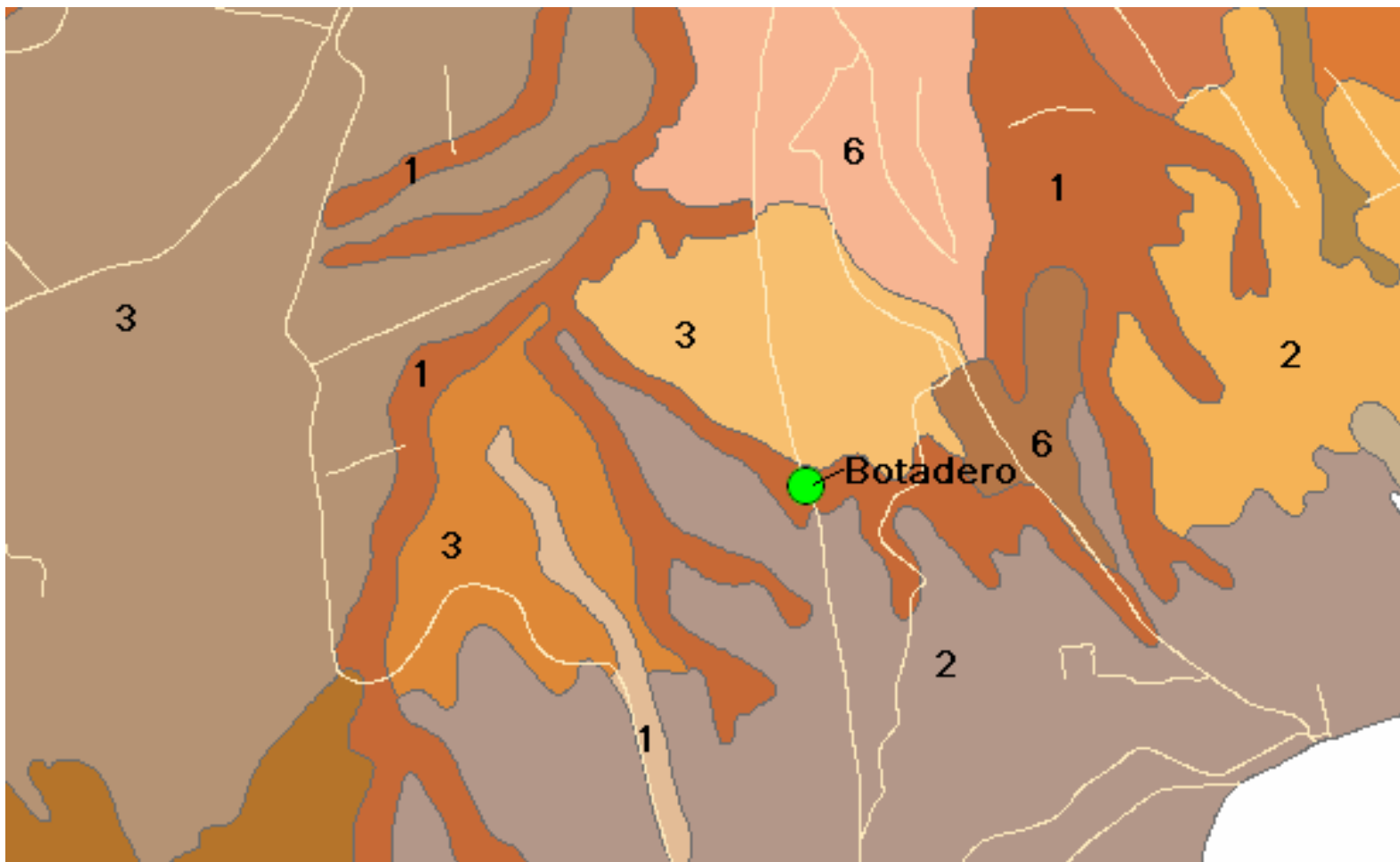
El suelo en el que se encuentra ubicado el botadero consiste básicamente en residuos de material volcánico (cenizas) y cangahua.

Según estudios realizados por CODECAME el Orden del suelo corresponde a Inceptisoles, Suborden Andepts, Gran grupo Dystrandeps y SubGrupo EnticAndepts. Que corresponden a suelos que muestran una diferenciación de perfiles, están asociados a conos volcánicos donde el perfil edáfico aparece bien diferenciado.

| Número | Orden        | Suborden  | Grangrupo   | Subgrupo                   |
|--------|--------------|-----------|-------------|----------------------------|
| 1      | Sin suelo    | Sin suelo | Sin suelo   | Sin suelo                  |
| 2      | Inceptisoles | Andepts   | Dystrandeps | EnticDystrandeps           |
| 3      | Inceptisoles | Andepts   | Vitrandeps  | SkeletalVitrandeps         |
| 4      | Inceptisoles | Andepts   | Eutrandeps  | TypicEutrandeps            |
| 5      | Inceptisoles | Andepts   | Vitrandeps  | Mollic SkeletalVitrandeps  |
| 6      | Inceptisoles | Andepts   | Vitrandeps  | Skeletal Umbric Vitrandeps |

<sup>8</sup> Información obtenida de la base de datos en el programa ARCVIEW de CODECAME (Consortio para desarrollo del Cantón Mejía)





*Mapa 4*

## CAPITULO 6

### IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

#### 6.1. ASPECTO METODOLÓGICO

Para la identificación de los impactos producidos debido al diseño, construcción del cierre técnico se ha utilizado la técnica de matriz de Leopold.

**Anexos: 3-9**

#### 6.2. IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS PRE-EXISTENTES<sup>9</sup>

Inspección realizada al sector se pudo observar los siguientes impactos negativos pre-existentes ocasionados durante la operación del botadero:

- Contaminación de suelo y agua debido a la falta de sistemas de recolección de líquidos lixiviados. Los cuales sin ningún control se escurren hacia la parte inferior de la quebrada dirigiéndose al Río Jambelí, la misma que será fuente de agua para riego.
- A causa de su acumulación se podría producir una brusca liberación de gas, afectando de manera mas cercana a la carretera que se encuentra a un lado.
- Peligro de un posible deslizamiento de la pared del botadero, produciendo así un taponamiento total de la quebrada. Produciéndose como consecuencia un represamiento que conduciría a una mayor afectación al área.
- Disminución en la calidad de vida de las personas que habitan en la zona debido a la emanación de gases pestilentes.
- Aspecto visual negativo
- Riesgo de contraer enfermedades infecto contagiosas por parte de los minadores ya que los residuos hospitalarios son mezclados con los residuos domiciliarios e industriales.
- Falta de señalización. Debido a la falta de rotulación se pueden producir grandes accidentes entre los automotores que circulan por la carretera Quito – Ambato con

---

<sup>9</sup> Impactos negativos resultantes del análisis de las Matrices de Leopold, Anexo 9

los camiones recolectores de basura. Ya que el botadero se encuentra ubicado cerca a una curva que impide la visibilidad.

- El libre acceso de las personas, debido a la falta de un cerramiento adecuado y falta de señalización sobre los riesgos potenciales del lugar.
- El cambio de fauna debido a la presencia de vectores.

### **6.3. IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS POR EL CIERRE DEL BOTADERO**

#### **6.3.1. FACTORES AMBIENTALES Y ACCIONES DEL PROYECTO SELECCIONADOS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO**

Para la realización del Método de Leopold para la identificación de impactos ambientales se tomaron en cuenta los siguientes factores ambientales:

- Calidad de aire
- Ruido
- Erosión de suelo
- Permeabilidad del suelo
- Calidad de aguas superficiales
- Calidad de aguas subterráneas
- Árboles
- Herbáceas
- Aves
- Mamíferos
- Naturalidad del paisajes
- Paisaje
- Empleo
- Valor del suelo
- Enfermedades
- Vectores

Las acciones consideradas para este método las que se presentan a continuación:

En la fase de construcción:

- Emisión de polvo y partículas por movimiento de basura y suelo
- Instalación de chimeneas
- Excavaciones
- Construcción de canales
- Circulación de camiones

En la fase de operación:

- Monitoreos del área en recuperación
- Red de drenaje de lixiviados
- Emanación de bio-gas por chimeneas de ventilación
- Una supuesta avería en el tanque de recepción de lixiviados

### **6.3.2. IMPACTOS POSITIVOS<sup>10</sup>**

Al realizar el cierre técnico del botadero se puede apreciar que se producen algunos impactos positivos entre ellos:

- Incremento en la plusvalía de las tierras de la zona
- Mejoramiento en la calidad del aire, pues se reducen los malos olores
- Disminución de la contaminación en los productos alimenticios
- Disminución del impacto visual provocado por el Botadero
- El cierre del botadero controlara las afectaciones a la salud provocadas aguas contaminadas.
- Fuentes de trabajo, contratación de mano de obra
- Disminución de vectores
- Mejoramiento de la salud de los pobladores de la zona

---

<sup>10</sup> Impactos positivos resultantes del análisis de las Matrices de Leopold, Anexo 9

### **6.3.3. IMPACTOS NEGATIVOS**

Ya concluido el cierre técnico del botadero pondrían darse impactos negativos como:

- Alteración del paisaje en el período de construcción.
- Afección temporal a la flora y a la fauna por la emisión de polvo y partículas en la construcción.
- La concentración de emisión de bio-gas podría provocar afectaciones a la salud de la gente que reside en los alrededores ya una vez dado el cierre.
- Debido a la falta de conocimiento de la comunidad podría producirse vertidos clandestinos durante el cierre o después del mismo, dificultando el mejoramiento de la zona.

## CAPITULO 7

### CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA DE CIERRE

#### 7.1. INTRODUCCIÓN

El cierre técnico consiste en brindar el tratamiento adecuado para clausurar un botadero de forma que los residuos queden confinados y aislados para así evitar mayor contaminación del medio circundante.

Se diseña un sistema que consiste en un canal para la conducción de líquidos lixiviados, chimeneas de ventilación de biogás, sistemas de control de posibles vectores y finalmente se realizan actividades de limpieza superficial y colocación de cobertura vegetal.

**El cierre técnico del botadero de Romerillos constará con las siguientes actividades técnicas.**

- a. Construcción de obras civiles de protección:
  - Sistemas de Drenajes Pluviales.
  - Sistema de Control de Lixiviados.
  - Sistema de Control de Biogás.
  - Definición del Sistema de Control de Fauna Nociva.
  - Bardas de Protección.
- b. Limpieza del área que conforma el botadero. Se procederá a retirar todo los desechos que se encuentren en la superficie del terreno.
- c. Instalar la geomembrana, retirar los equipos y acopios que no se necesiten para el control y monitoreo.
- d. Colocar 40 cm. aproximadamente de tierra fértil.
- e. Siembra de césped para evitar la erosión dentro del predio y mantener el talud estable.
- f. Mantener en constantes tareas de mantenimiento, control y sistemas de monitoreo en el tanque de lixiviados al igual que las aguas de escorrentía.

- g. Mantenimiento constante de las infraestructuras de drenaje: Limpieza de canales y alcantarillas de desagüe pluvial.

## **7.2. CONTROL AMBIENTAL**

Una vez iniciada la correspondiente clausura se procederá a:

- a. Mitigar los impactos ambientales negativos provocados tanto en el período de construcción como en período de funcionamiento.
- b. Control del tanque de los líquidos lixiviados producidos en el botadero de Romerillos
- c. Monitorear la evolución del relleno desde la iniciación de la clausura hasta la completa estabilización.
- d. Controlar y monitorear la dinámica y evolución de los gases del botadero.
- e. Controlar el acceso al predio de personas no autorizadas y animales
- f. Control de proliferación de posibles vectores
- g. Reforestación del área afectada por actividades pasadas, relacionadas con el botadero

## **7.3. PROGRAMA DE INFORMACIÓN DEL BOTADERO**

### **INTRODUCCIÓN**

Por falta de conocimiento de la comunidad podría producirse vertidos clandestinos durante el cierre o después del mismo en el área en recuperación, dificultando así, el mejoramiento de la zona.

Una información bien manejada podría ayudar a que estos incidentes no se den, ayudando también a la formación de una cultura de orden.

De ahí la necesidad de realizar un programa de información previa a la comunidad, al igual que a las industrias ubicadas en el cantón.

### **7.3.1. INFORMACIÓN Y DIFUSIÓN DE CUÑAS**

El Municipio del Cantón Mejía deberá informar a la población el cierre definitivo del botadero de Romerillos con dos meses de anticipación antes del cierre y mantener la campaña por un mes más, para evitar que por falta de desconocimiento se produzcan vertidos en la zona.

La campaña deberá poner énfasis en los siguientes puntos:

- La fecha prevista para el cierre del botadero
- Ubicación y fecha de apertura del nuevo relleno sanitario señalando ubicación exacta y metodología de trabajo.
- La prohibición de eliminar o disponer los desechos sólidos en los alrededores del sitio del botadero.

El Ilustre Concejo Municipal del Cantón Mejía a la ciudadanía:

#### **COMUNICA**

Que, atendiendo al clamor ciudadano encaminado a la reubicación del botadero de basura ubicado en el sector de Romerillos, el que por su enclave geográfico está contaminando las aguas afluentes del río San Pedro, eje hidrográfico de la provincia; y, que no constituye un relleno sanitario técnicamente diseñado. Con estas y otras consideraciones de orden técnico y de salud ambiental el Concejo Municipal en sesión ordinaria celebrada el día 18 de marzo del año 2005, resolvió proceder al cierre definitivo del botadero con la prohibición a las personas naturales y jurídicas depositar cualquier tipo de desechos en el sitio en referencia, por lo que la violación de esta regulación constituirá delito sancionado por la ley.

Paralelamente se comunica que el relleno sanitario entrará en servicio a partir del día viernes 18 de marzo del año 2005, en el sitio ya dado a conocer a la comunidad.

### **7.3.2. INSTALACIÓN DE LETREROS INFORMATIVOS Y DE PREVENCIÓN**

Se instalará dos letreros informativos en el área del botadero a orillas de la Panamericana indicando las obras a realizarse, una hacia el norte y otra al sur.

Se ubicarán también letreros de prohibido de depositar desechos sólidos en los alrededores del área, al igual que las sanciones o multas a imponerse.



## **7.4. DISEÑO DEL CIERRE TÉCNICO DEL BOTADERO**

### **7.4.1. BALANCE HIDROLÓGICO**

#### **7.4.1.2 Descripción del programa HELP (Evaluación Hidrológica para la Ejecución de Rellenos)<sup>11</sup>**

Es un modelo hidrológico para conducir análisis del balance de agua en rellenos sanitarios, sistemas de cobertura y facilidades para la disposición de residuos sólidos.

El modelo acepta clima, suelo y diseña datos, usa técnicas de solución y estima los efectos de almacenamiento de humedad del suelo, drenaje lateral, recirculación del lixiviado, drenaje no saturado, goteo a través del suelo y geomembrana. El modelo facilita una rápida estimación de cantidades de evapotranspiración, lixiviado, drenaje que se puede esperar como resultado de las variedades del diseño de rellenos.

##### **7.4.1.2.1 Limitaciones**

La mayor limitación que presenta el modelo es que fue diseñado para la EPA por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de E.E.U.U. de modo que es un modelo elaborado para las características climáticas, edáficas y para las prácticas operativas y constructivas de los Estados Unidos.

##### **7.4.1.2.2 Datos de entrada**

Los datos necesarios para el funcionamiento del programa son los siguientes:

**Datos climatológicos:** Temperatura media, precipitación, radiación solar acumulada, profundidad de la zona de arado, latitud, longitud, tipo de vegetación, inicio y final del período de crecimiento de la vegetación, velocidad anual del viento y humedad relativa media

---

<sup>11</sup> Ana María Noguera, Tesis Previa a la obtención del título de Ingeniería Ambiental “Aplicación del programa HELP, en la simulación del diseño del relleno sanitario del Inga Bajo y su homologación del funcionamiento en el Distrito Metropolitano de Quito” Universidad Internacional SEK, Quito 2004.

**Datos sobre las características de los materiales de vertido:** número y tipo de capas, espesor de las capas, textura, porosidad, capacidad de campo, punto de marchitez, conductividad hidráulica saturada.

**Datos sobre el diseño de vertederos:** Porcentaje en el que es posible la escorrentía en cada superficie en la que se haya dividido el vertedero, pendiente, máxima distancia de drenaje en las capas de drenaje lateral, porcentaje de recirculación de los lixiviados y capa sobre la que recirculan aquellos.

Los datos se pueden introducir diaria o mensualmente.

#### **7.4.1.2.3 Datos de salida**

Las respuestas se pueden producir de forma variada dependiendo de las especificaciones del usuario: en valores diarios, mensuales, anuales totales, medios de los valores mensuales y anuales para el período simulado y máximos diarios para el período simulado.

#### **7.4.1.2.4 Resultados**

Ver Anexo 1

### **7.4.2. ESTABILIZACIÓN DE TALUDES**

Para estabilizar el talud del botadero se realizará un movimiento de basura para crear una pendiente cuyo ángulo es de 45° el mismo que será recubierto por un capa de geomembrana para evitar futuras producciones de lixiviados. Sobre la geomembrana se colocará 40 cm. de suelo fértil en el que se sembrará césped para ayudar a recuperar el paisaje así como para reforzar el talud.

El agua que desciende por la parte inferior de la quebrada será canalizada en una tubería de 2 metros de diámetro hasta el final del botadero.

Se realizarán además canales de recolección de aguas superficiales, las mismas que se encuentran especificadas en los planos del anexo 2

### **7.4.3. PLANOS DE UBICACIÓN DE CHIMENEAS DE VENTILACIÓN**

Las chimeneas serán ubicadas cada 20 metros a lo largo del botadero, con tubería de tres pulgadas de polipropileno, con perforaciones cada 10 cm de una pulgada de diámetro.

(ANEXO 2)

Para poder estimar el diámetro de las tuberías para función de chimeneas de ventilación se calculó que cada kg. de residuos produce aproximadamente 490 L<sup>12</sup> de gas, de los cuales el 55% son metano.

La estimación de basura depositada en el botadero es de aproximadamente 17.230kg (17.23 toneladas /día) lo que produciría diariamente 8'443.000 lt. de bio-gas.

Considerando que la gran cantidad de bio-gas que produce la recolección de un día de basura en el Cantón, se tomó la decisión de colocar tubería de 3 pulgadas con perforaciones de 1 pulgada para permitir la mejor evacuación de los gases

### **7.4.4. PLANOS DE UBICACIÓN DE CANALES PARA LIXIVIADOS**

El canal de lixiviados se ubicará entre el canal de agua y la basura, en la parte inferior del talud conformado por basura y estará conformada por hormigón armado de 210 Kg/cm y varilla electrosoldada. Al interior del canal se colocara piedra bola y sobre ella malla 40/16 para evitar que se produzca un taponamiento por la basura. (ANEXO 2)

### **7.4.5. MANEJO DE LIXIVIADOS**

El manejo de líquidos lixiviados se los realizará mediante un solo canal ubicado en la parte inferior del botadero, puesto que es muy complicada la instalación de las tuberías dentro de la basura en una forma horizontal.

Al final del canal de recolección de lixiviados se colocará un tanque de 1.0 m<sup>3</sup> para la acumulación de lixiviados para su posterior evaporación.

---

<sup>12</sup> Referencia tomada del libro de Ingeniería Ambiental, editorial Prentice Hall

## **CAPITULO 8:**

### **PROGRAMA DE MONITOREO POST-CIERRE DEL BOTADERO**

#### **8.1. INTRODUCCIÓN**

El seguimiento de la obra de cierre del botadero mediante actividades de inspección y Fiscalización ejercida por el municipio es muy importante para el correcto diseño, construcción y manejo, permitiendo sugerir eventuales modificaciones durante todas las etapas, con el propósito de lograr mejoramientos, tanto desde el punto ambiental, sanitario y económico; Así como identificar impactos ambientales no previstos inicialmente (en caso que estos existan) y tomar las medidas iniciales de acción destinadas a mitigar el problema encontrado.

#### **8.2. PLAN DE MONITOREO**

El desarrollo del Plan de Monitoreo permitirá asegurar que las medidas de control de las emisiones y lixiviados del botadero sean efectivos. También está orientado a verificar el cumplimiento de las normativas ambientales que se aplican en este caso en particular, verificando conjuntamente la efectividad de las medidas de mitigación y finalmente, detectando en forma oportuna cualquier impacto que no se haya previsto, de tal manera que pueda ser controlado, tomando y ejerciendo las medidas pertinentes.

Los puntos de monitoreo serán generalmente dentro y fuera del área del botadero y siempre considerando la topografía y geología del lugar.

##### **8.2.1 MONITOREO DE LA COBERTURA FINAL**

Este monitoreo tiene como objeto la reparación de la cobertura final, que puede ser afectada por los factores climáticos y que consecuentemente produciría problemas en la conservación del botadero en la etapa de post-cierre.

Entre estas actividades tenemos:

- Se realizará el sello de grietas, recuperación de espesores, reparación de los asentamientos diferenciales y recuperación de pendientes.

- Se realizará una manutención de la cobertura final, para evitar la erosión de la cubierta vegetal que se podría ver afectada por los factores climáticos
- Se repararán los asentamientos diferenciales, recuperando espesores y dando las pendientes adecuadas, a fin de impedir la acumulación de las aguas de precipitación.
- Al momento de realizar la cobertura de la basura los roedores desaparecerán puesto que no tendrán alimento para subsistir.

### **8.2.2. Monitoreo de las aguas de la quebrada**

Resulta necesario disponer de un monitoreo periódico de la calidad del agua que desciende por la quebrada.

Para tal efecto, los parámetros de mayor significación que deben ser considerados como mínimo para el monitoreo son:

- pH
- Metales Pesados:
  1. Cadmio
  2. Níquel
  3. Plomo
  4. Cromo Total
- Demanda química de oxígeno (DQO),
- Cloruros y nitratos
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)
- Sólidos suspendidos totales.
- Sólidos disueltos

El monitoreo de los parámetros anteriores deberán realizarse cada 6 meses. La identificación de los puntos donde se tomarán las muestras se hará en común acuerdo con la autoridad sanitaria del municipio.

Los monitoreos serán realizados por un laboratorio de análisis de agua, que deberá contar con la debida certificación

### **8.2.3. MONITOREO DE GASES**

#### **8.2.3.1 Monitoreo de BIOGAS**

Los trabajos de monitoreo consisten en la determinación de las emisiones gaseosas del botadero y su comparación con los valores permitidos por la normativa aplicable. Los controles se realizan con frecuencia trimestrales.

El biogás presenta un olor característico y muy desagradable, a causa de la presencia del ácido sulfhídrico y a otros gases orgánicos, el resto de los gases componentes son inodoros. Se deberá realizar una revisión de los drenajes de biogás verificando su correcto funcionamiento.

#### **8.2.3.2 Monitoreo de Emisión Olores**

En lo referente a la emisión de olores, la percepción de la población, unida a la verificación directa de la inspección sanitaria ser la mejor manera de dar seguimiento al cumplimiento de los requerimientos en cuanto a prevenir el deterioro ambiental por malos olores

#### **8.2.4. Monitoreo del tratamiento de lixiviados**

El monitoreo del líquido lixiviado consiste en el control de valores de los siguientes parámetros:

- Sólidos suspendidos totales
- pH
- Demandad bioquímica de oxígeno
- Demanda química de oxígeno
- Nitrógeno total

El monitoreo se deberá realizar cada 6 meses durante los primeros 5 años y una vez al año por un tiempo de 10 años adicionales.

## CAPITULO 9

### Presupuesto del proyecto

| ITEM | RUBRO                               | UNIDAD         | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO        | PRECIO TOTAL      |
|------|-------------------------------------|----------------|----------|------------------------|-------------------|
| 1    | Hormigón 210 kg/cm <sup>2</sup>     | m <sup>3</sup> | 635.69   | 155.74                 | 99.002,36         |
| 2    | Malla Electrosoldada 7 a 15         | m <sup>2</sup> | 1216.44  | 4.08                   | 4.963,08          |
| 3    | Piedra para canal de lixiviados     | m <sup>3</sup> | 905.79   | 10.37                  | 9.393,04          |
| 4    | Ripio para sub base de tubería      | m <sup>3</sup> | 163.50   | 10.12                  | 1.654,62          |
| 5    | Relleno de tierra                   | m <sup>3</sup> | 3924     | 3.30                   | 12.949,20         |
| 6    | Tubería para canal de agua (ARMICO) | mL             | 327      | 217.30                 | 71.057,10         |
| 7    | Geomembrana (HDPE 1mm)              | m <sup>2</sup> | 16350    | 3.27                   | 53.464,50         |
| 8    | Malla galvanizada                   | m <sup>2</sup> | 1635     | 2.90                   | 4.741,50          |
| 9    | Puerta de malla                     | U              | 1        | 616                    | 616,00            |
| 10   | Cerramiento de malla                | m <sup>2</sup> | 4028     | 5.80                   | 23.362,40         |
| 11   | Tubería perforada polipropileno     | mL             | 44       | 5.86                   | 257,84            |
| 12   | Perforación de Pozos                | U              | 11       | 381.45                 | 4.196,00          |
| 13   | Césped de cobertura                 | m <sup>2</sup> | 20.000   | 2.00                   | 40.000            |
|      |                                     |                |          | <b>10% Imprevistos</b> | <b>32565,79</b>   |
|      |                                     |                |          | <b>12% IVA</b>         | <b>39078,91</b>   |
|      |                                     |                |          | <b>TOTAL</b>           | <b>325.657,64</b> |

- Los rubros presentados están sujetos a cambios
- Los rubros incluyen instalación, mano de obra y maquinaria

## CAPITULO 10:

### 10.1 CONCLUSIONES:

- El cierre del botadero debe efectuarse de forma inmediata puesto que, los lixiviados producidos se mezclan con agua para riego siendo el principal causante de afecciones a la salud de los pobladores.
- La producción de lixiviados en el botadero disminuirá con el cierre, puesto que se utilizará geomembrana para la impermeabilización del mismo.
- El botadero al momento se encuentra a manera de filtro de metales puesto que el agua que desciende por la quebrada presenta metales como plomo, cadmio, cromo. Según análisis se comprobó que la concentración es mayor en la parte superior de la quebrada a comparación de la parte inferior del botadero. Ya que el agua se filtra en el suelo eliminando así parte de sus contaminantes.
- El municipio de Mejía necesita reformar sus ordenanzas en lo que abarca el manejo de residuos sólidos, puesto que no poseen ordenanzas que regule su adecuado manejo y disposición final.
- Debido a la altura y ángulo de la pared de basura, se ha analizado varias alternativas para la estabilización de la misma, entre ellas el muro conformado por gaviones el mismo que fue rechazado por ser el precio de construcción demasiado alto.
- Los impactos negativos más importantes analizados son los producidos a nivel de paisaje ya que el botadero alterara la naturalidad y paisaje de la zona. Con la realización del cierre se mitigará el impacto visual provocado por la presencia del botadero.



- El programa no HELP no es el método mas adecuado para calcular los lixiviados en este tipo de proyectos puesto que esta diseñado para la realización del balance hídrico en rellenos sanitarios y presenta algunos parámetros que deben ser adaptados para obtener resultados valederos.
- Los resultados arrojados por el programa son demasiado altos y no se ajustan a las condiciones del botadero. De acuerdo a experiencias anteriores se esperaría que en un relleno de la misma área produzca cerca de los 60 m<sup>3</sup> / día.
- No existe evidencia física de los lixiviados producidos, lo que daría a entender que estos líquidos se están filtrando por el suelo de la quebrada, presentando la necesidad de realizarse un monitoreo de aguas subterráneas para evitar la contaminación de acuíferos.
- Antes que el presente diseño sea aplicado se debe realizar los estudios de nivel freático y suelo puesto que no se conoce a ciencia cierta el destino final de los lixiviados.
- El tanque diseñado presenta una capacidad de 1 m<sup>3</sup> puesto que se esperaría que la recolección de lixiviados sea mínima ya que podría estar filtrando a través del suelo del botadero.

## 10.2 RECONENDACIONES:

- La promulgación de ordenanzas que regulen el manejo y disposición final de los residuos sólidos.
- Al momento de realizar la cobertura con geomembrana de la parte superior del botadero es aconsejable dejar el terreno en una forma cóncava para evitar acumulación de agua.
- De acuerdo al presupuesto disponible para la obra se podrá realizar cambios en materiales ya que se ha considerado materiales para bajo presupuesto.
- Se deberá realizar inspecciones del tanque de lixiviados para evitar que agentes exteriores puedan alterar el correcto desenvolvimiento del mismo.
- El diseño deberá ser aplicado de manera inmediata, puesto que futuras modificaciones en el área del botadero podrían afectar la aplicación del mismo.
- Para el obtener la cantidad de lixiviados producidos por el botadero no es recomendable utilizar el programa HELP puesto que arroja resultados muy poco confiables ya que son demasiado altos los valores para el área y las circunstancias del proyecto.
- Es recomendable elaborar un estudio de suelo exhaustivo en la zona puesto que no hay evidencia física de la producción de lixiviados lo que reflejaría que existe una filtración a través del suelo de la quebrada.
- Realizar un estudio de nivel freático en el área del botadero puesto sería necesario realizar un seguimiento de la dirección de los lixiviados producidos.
- Perforar pozos de monitoreo dependiendo de los resultados sobre el nivel freático para realizar análisis de composición de los lixiviados.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### CANTIDAD DE AGUA ALMACENADA AL FINAL DEL AÑO

| CAPA         | cm            | Vol/Vol      |
|--------------|---------------|--------------|
| 1            | 1.95          | 0.439        |
| 2            | 0.00          | 0.000        |
| 3            | 5.99          | 0.12         |
| 4            | 5.99          | 0.12         |
| 5            | 5.99          | 0.12         |
| 6            | 5.99          | 0.12         |
| 7            | 5.99          | 0.12         |
| 8            | 5.99          | 0.12         |
| 9            | 5.99          | 0.12         |
| 10           | 5.99          | 0.12         |
| 11           | 5.99          | 0.12         |
| 12           | 5.99          | 0.12         |
| 13           | 5.99          | 0.12         |
| 14           | 5.99          | 0.12         |
| 15           | 5.99          | 0.12         |
| 16           | 5.99          | 0.12         |
| 17           | 5.99          | 0.12         |
| 18           | 5.99          | 0.12         |
| 19           | 5.99          | 0.12         |
| 20           | 5.99          | 0.12         |
| <b>Total</b> | <b>107.82</b> | <b>2.599</b> |

Los resultados del programa son presentados en unidades de altura y dentro de la información no se encontró datos referenciales de cómo transformar estos datos a unidades de volumen, se asume que se utiliza la fórmula:

$$\text{m. de lixiviados} * \text{m}^2 = \text{m}^3$$

$$107.82 \text{ cm.} / 100 = 1.078 \text{ m.}$$

$$1.078 \text{ m.} * 20000 \text{ m}^2 = 21.564 \text{ m}^3$$

**21.564 m<sup>3</sup>/ el primer año**

## **ANEXO 2**

### **Planos del Botadero**

## ANEXO 3

### Matriz de Extensión

| Extensión  |     |
|------------|-----|
| Puntual    | 1   |
| Particular | 2,5 |
| Local      | 5   |
| General    | 7,5 |
| Regional   | 10  |

MATRIZ DE EXTENSIÓN

Anexo 3

| Código | Componente | Subcomponente        | Factores ambientales        | Fase: Construcción         |                          |              |                         |                         |  | Fase: Operación                     |                              |                     |                                 |     |
|--------|------------|----------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|--|-------------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------|-----|
|        |            |                      |                             | Emisión polvo y partículas | Instalación de chimeneas | Excavaciones | Construcción de canales | Circulación de Camiones |  | Monitoreos del área en recuperación | Red de Drenaje de Lixiviados | Emanación de biogas | Avería del tanque de Lixiviados |     |
| AB-1   | Abiótico   | Aire                 | Calidad                     | 2,5                        |                          |              |                         | 2,5                     |  |                                     |                              | 2,5                 | 2,5                             |     |
| AB-2   |            |                      | Ruido                       |                            | 1,0                      | 2,5          |                         | 2,5                     |  |                                     |                              |                     |                                 |     |
| AB-3   |            | Suelo                | Erosión                     |                            |                          |              |                         | 2,5                     |  |                                     |                              |                     |                                 |     |
| AB-4   |            |                      | Permeabilidad               |                            |                          |              |                         |                         |  |                                     |                              |                     |                                 |     |
| AB-5   |            | Agua                 | Calidad aguas superficiales | 1,0                        |                          | 2,5          | 2,5                     |                         |  |                                     |                              | 7,5                 |                                 | 5,0 |
| AB-6   |            |                      | Calidad aguas subterráneas  |                            |                          |              | 2,5                     |                         |  | 2,5                                 | 7,5                          |                     |                                 | 5,0 |
| BIO-1  | Biótico    | Flora                | Árboles                     | 2,5                        |                          |              |                         |                         |  |                                     |                              |                     |                                 |     |
| BIO-2  |            |                      | Herbáceas                   | 2,5                        |                          |              |                         |                         |  |                                     |                              |                     |                                 |     |
| BIO-3  |            | Fauna                | Aves                        | 2,5                        |                          |              |                         |                         |  |                                     |                              |                     |                                 |     |
| BIO-4  |            |                      | Mamíferos                   | 2,5                        |                          | 2,5          |                         | 2,5                     |  |                                     | 1,0                          |                     |                                 |     |
| ANT-1  | Antropico  | Perceptual           | Naturalidad                 |                            | 1,0                      | 1,0          |                         | 1,0                     |  | 1,0                                 | 1,0                          | 1,0                 | 2,5                             |     |
| ANT-2  |            |                      | Paisaje                     | 5,0                        | 5,0                      | 5,0          | 5,0                     | 5,0                     |  |                                     | 1,0                          | 1,0                 |                                 |     |
| ANT-3  |            | Economía y Población | Empleo                      |                            | 5,0                      | 5,0          | 5,0                     | 5,0                     |  | 5,0                                 | 5,0                          | 5,0                 | 5                               |     |
| ANT-4  |            |                      | Valor Suelo                 |                            |                          |              | 5,0                     |                         |  | 5,0                                 | 5,0                          | 5,0                 | 2,5                             |     |
| ANT-5  |            | Salud                | Enfermedades                | 1                          |                          |              |                         |                         |  | 5,0                                 |                              | 1,0                 | 5,0                             |     |
| ANT-6  |            |                      | Vectores                    |                            | 5                        |              | 5,0                     |                         |  | 5,0                                 | 1,0                          |                     |                                 |     |

## ANEXO 4

### Matriz de Carácter

| Carácter       |
|----------------|
| (+) Positivo   |
| ( - ) Negativo |



MATRIZ DE CARÁCTER

Anexo 4

| Código | Componente | Subcomponente        | Factores ambientales        | Fase: Construcción            |                          |              |                         |                         | Fase: Operación                     |                              |                     |                                 |    |    |    |
|--------|------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------|----|----|----|
|        |            |                      |                             | Emisión de polvo y partículas | Instalación de chimeneas | Excavaciones | Construcción de canales | Circulación de Camiones | Monitoreos del área en recuperación | Red de Drenaje de Lixiviados | Emanación de biogas | Avería del tanque de Lixiviados |    |    |    |
| AB-1   | Abiótico   | Aire                 | Calidad                     | -1                            |                          |              |                         | -1                      | -2                                  |                              |                     | 1                               | -1 | 0  |    |
| AB-2   |            |                      | Ruido                       |                               | -1                       | -1           |                         | -1                      | -3                                  |                              |                     |                                 |    |    | 0  |
| AB-3   |            | Suelo                | Erosión                     |                               |                          |              |                         | -1                      | -1                                  |                              |                     |                                 |    |    | 0  |
| AB-4   |            |                      | Permeabilidad               |                               |                          |              |                         |                         |                                     |                              |                     |                                 |    |    | 0  |
| AB-5   |            | Agua                 | Calidad aguas superficiales | -1                            |                          | -1           | 1                       |                         | -1                                  |                              | 1                   |                                 |    | -1 | 0  |
| AB-6   |            |                      | Calidad aguas subterráneas  |                               |                          |              | 1                       |                         | 1                                   | 1                            | 1                   |                                 |    | -1 | 1  |
| BIO-1  | Biótico    | Flora                | Árboles                     | -1                            |                          |              |                         |                         | -1                                  |                              |                     |                                 |    | 0  |    |
| BIO-2  |            |                      | Herbáceas                   | -1                            |                          |              |                         |                         | -1                                  |                              | 1                   |                                 |    |    | 1  |
| BIO-3  |            | Fauna                | Aves                        | -1                            |                          |              |                         |                         | -1                                  |                              |                     |                                 |    |    | 0  |
| BIO-4  |            |                      | Mamíferos                   | -1                            |                          | -1           |                         | -1                      | -3                                  |                              | 1                   |                                 |    |    | 1  |
| ANT-1  | Antrópico  | Perceptual           | Naturalidad                 |                               | -1                       | -1           |                         | -1                      | -1                                  | 1                            | -1                  | -1                              | -1 | -2 |    |
| ANT-2  |            |                      | Paisaje                     | -1                            | -1                       | -1           | -1                      | -1                      | -5                                  |                              | -1                  | -1                              |    |    | -2 |
| ANT-3  |            | Economía y Población | Empleo                      |                               | 1                        | 1            | 1                       | 1                       | 4                                   | 1                            | 1                   | 1                               | 1  | 4  |    |
| ANT-4  |            |                      | Valor Suelo                 |                               | 1                        |              | 1                       |                         | 2                                   | 1                            | 1                   | 1                               | -1 | 2  |    |
| ANT-5  |            | Salud                | Enfermedades                | -1                            |                          |              |                         |                         | -1                                  | 1                            |                     | -1                              | -1 | 0  |    |
| ANT-6  |            |                      | Vectores                    |                               | 1                        |              | 1                       |                         | 2                                   | 1                            | 1                   |                                 |    | 2  |    |

## ANEXO 5

### Matriz de Duración

| Duración   |      |
|------------|------|
| Esporádico | 1,0  |
| Temporal   | 2,5  |
| Periódico  | 5,0  |
| Recurrente | 7,5  |
| Permanente | 10,0 |

MATRIZ DE DURACIÓN

Anexo 5

| Código | Componente | Subcomponente        | Factores ambientales        | Fase: Construcción            |                          |              |                         |                         |  | Fase: Operación                     |                              |                     |                                 |     |
|--------|------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|--|-------------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------|-----|
|        |            |                      |                             | Emisión de polvo y partículas | Instalación de chimeneas | Excavaciones | Construcción de canales | Circulación de Camiones |  | Monitoreos del área en recuperación | Red de Drenaje de Lixiviados | Emanación de biogas | Avería del tanque de Lixiviados |     |
| AB-1   | Abiótico   | Aire                 | Calidad                     | 2,5                           |                          |              |                         | 1,0                     |  |                                     |                              | 10,0                | 1,0                             |     |
| AB-2   |            |                      | Ruido                       |                               | 1,0                      | 2,5          |                         | 10,0                    |  |                                     |                              |                     |                                 |     |
| AB-3   |            | Suelo                | Erosión                     |                               |                          |              |                         | 7,5                     |  |                                     |                              |                     |                                 |     |
| AB-4   |            |                      | Permeabilidad               |                               |                          |              |                         |                         |  |                                     |                              |                     |                                 |     |
| AB-5   |            | Agua                 | Calidad aguas superficiales | 2,5                           |                          | 2,5          | 10,0                    |                         |  |                                     |                              |                     |                                 |     |
| AB-6   |            |                      | Calidad aguas subterráneas  |                               |                          |              | 10,0                    |                         |  | 5,0                                 | 10,0                         |                     |                                 | 1,0 |
| BIO-1  | Biótico    | Flora                | Árboles                     | 2,5                           |                          |              |                         |                         |  |                                     |                              |                     |                                 |     |
| BIO-2  |            |                      | Herbáceas                   | 2,5                           |                          |              |                         |                         |  |                                     |                              |                     |                                 |     |
| BIO-3  |            | Fauna                | Aves                        | 2,5                           |                          | 2,5          |                         |                         |  |                                     |                              |                     |                                 |     |
| BIO-4  |            |                      | Mamíferos                   | 2,5                           |                          | 2,5          |                         | 2,5                     |  |                                     |                              |                     |                                 |     |
| ANT-1  | Antrópico  | Perceptual           | Naturalidad                 |                               | 1,0                      | 2,5          |                         | 2,5                     |  | 5,0                                 | 10,0                         | 10,0                | 1,0                             |     |
| ANT-2  |            |                      | Paisaje                     | 2,5                           | 10,0                     | 10,0         | 10,0                    | 2,5                     |  |                                     | 10,0                         | 10,0                |                                 |     |
| ANT-3  |            | Economía y Población | Empleo                      |                               | 1,0                      | 1,0          | 2,5                     | 10,0                    |  | 5,0                                 | 5,0                          | 5,0                 | 1,0                             |     |
| ANT-4  |            |                      | Valor Suelo                 |                               |                          |              | 10,0                    |                         |  | 10,0                                | 10,0                         | 10,0                | 7,5                             |     |
| ANT-5  |            | Salud                | Enfermedades                | 2,5                           |                          |              |                         |                         |  | 10,0                                |                              | 10,0                | 2,5                             |     |
| ANT-6  |            |                      | Vectores                    |                               | 10                       |              | 10,0                    |                         |  | 10,0                                | 10,0                         |                     |                                 |     |

## ANEXO 6

### Matriz de Reversibilidad

| Reversibilidad             |      |
|----------------------------|------|
| Completamente Reversible   | 1,0  |
| Medianamente Reversible    | 2,5  |
| Parcialmente Irreversible  | 5,0  |
| Medianamente Irreversible  | 7,5  |
| Completamente Irreversible | 10,0 |

MATRIZ DE REVERSIBILIDAD

Anexo 6

| Código | Componente | Subcomponente        | Factores ambientales        | Fase: Construcción            |                         |              |                         |                         |  | Fase: Operación                     |                              |                     |                                 |  |
|--------|------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|--|-------------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------|--|
|        |            |                      |                             | Emisión de polvo y partículas | Instalación de tuberías | Excavaciones | Construcción de canales | Circulación de Camiones |  | Monitoreos del área en recuperación | Red de Drenaje de Lixiviados | Emanación de biogas | Avería del tanque de Lixiviados |  |
| AB-1   | Abiótico   | Aire                 | Calidad                     | 1,0                           |                         |              |                         | 1,0                     |  |                                     |                              | 10,0                | 2,5                             |  |
| AB-2   |            |                      | Ruido                       |                               | 1,0                     | 1,0          |                         | 1,0                     |  |                                     |                              |                     |                                 |  |
| AB-3   |            | Suelo                | Erosión                     |                               |                         |              |                         | 2,5                     |  |                                     |                              |                     |                                 |  |
| AB-4   |            |                      | Permeabilidad               |                               |                         |              |                         |                         |  |                                     |                              |                     |                                 |  |
| AB-5   |            | Agua                 | Calidad aguas superficiales | 1,0                           |                         | 1,0          | 7,5                     |                         |  |                                     | 10,0                         |                     |                                 |  |
| AB-6   |            |                      | Calidad aguas subterráneas  |                               |                         |              | 7,5                     |                         |  | 1,0                                 | 10,0                         |                     |                                 |  |
| BIO-1  | Biótico    | Flora                | Árboles                     | 1,0                           |                         |              |                         |                         |  |                                     |                              |                     |                                 |  |
| BIO-2  |            |                      | Herbáceas                   | 1,0                           |                         |              |                         |                         |  |                                     | 10,0                         |                     |                                 |  |
| BIO-3  |            | Fauna                | Aves                        | 2,5                           |                         |              |                         |                         |  |                                     |                              |                     |                                 |  |
| BIO-4  |            |                      | Mamíferos                   | 1,0                           |                         | 5,0          |                         |                         |  |                                     | 10,0                         |                     |                                 |  |
| ANT-1  | Antrópico  | Perceptual           | Naturalidad                 |                               | 10,0                    | 10,0         |                         |                         |  | 1,0                                 | 10,0                         |                     | 2,5                             |  |
| ANT-2  |            |                      | Paisaje                     | 1,0                           | 10,0                    | 10,0         | 10,0                    | 1,0                     |  |                                     | 10,0                         | 10,0                |                                 |  |
| ANT-3  |            | Economía y Población | Empleo                      |                               | 2,5                     | 2,5          | 2,5                     | 2,5                     |  | 2,5                                 | 10,0                         |                     | 2,5                             |  |
| ANT-4  |            |                      | Valor Suelo                 |                               |                         |              | 2,5                     |                         |  | 2,5                                 | 10,0                         |                     | 2,5                             |  |
| ANT-5  |            | Salud                | Enfermedades                | 1,0                           |                         |              |                         |                         |  | 1,0                                 |                              | 5,0                 | 2,5                             |  |
| ANT-6  |            |                      | Vectores                    |                               | 10                      |              | 10,0                    |                         |  |                                     | 1,0                          | 10,0                |                                 |  |

## **ANEXO 7**

### **Matriz de Magnitud**

| <b>MAGNITUD</b> |     |
|-----------------|-----|
| Baja            | 2,5 |
| Media           | 7,5 |
| Alta            | 10  |

MATRIZ DE MAGNITUD

Anexo 7

| Código | Componente | Subcomponente        | Factores ambientales        | Fase: Construcción            |                          |              |                         |                         |     | Fase: Operación                     |                              |                     |                                 |    |
|--------|------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|-----|-------------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------|----|
|        |            |                      |                             | Emisión de polvo y partículas | Instalación de chimeneas | Excavaciones | Construcción de canales | Circulación de Camiones |     | Monitoreos del área en recuperación | Red de Drenaje de Lixiviados | Emanación de biogas | Avería del tanque de Lixiviados |    |
| AB-1   | Abiótico   | Aire                 | Calidad                     | 7,5                           |                          |              |                         | 2,5                     |     |                                     |                              | 7,5                 | 10                              |    |
| AB-2   |            |                      | Ruido                       |                               | 2,5                      | 2,5          |                         |                         | 2,5 |                                     |                              |                     |                                 |    |
| AB-3   |            | Suelo                | Erosión                     |                               |                          |              |                         | 10                      |     |                                     |                              |                     |                                 |    |
| AB-4   |            |                      | Permeabilidad               |                               |                          |              |                         |                         |     |                                     |                              |                     |                                 |    |
| AB-5   |            | Agua                 | Calidad aguas superficiales | 2,5                           |                          | 7,5          | 10                      |                         |     |                                     |                              |                     |                                 | 10 |
| AB-6   |            |                      | Calidad aguas subterráneas  |                               |                          |              | 10                      |                         |     | 10                                  |                              |                     |                                 | 10 |
| BIO-1  | Biótico    | Flora                | Árboles                     | 2,5                           |                          |              |                         |                         |     |                                     |                              |                     |                                 |    |
| BIO-2  |            |                      | Herbáceas                   | 2,5                           |                          |              |                         |                         |     |                                     |                              |                     |                                 |    |
| BIO-3  |            | Fauna                | Aves                        | 7,5                           |                          |              |                         |                         |     |                                     |                              |                     |                                 |    |
| BIO-4  |            |                      | Mamíferos                   | 7,5                           |                          | 2,5          |                         | 2,5                     |     |                                     | 2,5                          |                     |                                 |    |
| ANT-1  | Antrópico  | Perceptual           | Naturalidad                 |                               | 7,5                      | 7,5          |                         | 2,5                     |     | 10                                  | 2,5                          | 10                  | 10                              |    |
| ANT-2  |            |                      | Paisaje                     | 7,5                           | 7,5                      | 10           | 7,5                     | 2,5                     |     |                                     | 2,5                          | 2,5                 |                                 |    |
| ANT-3  |            | Economía y Población | Empleo                      |                               | 10                       | 10           | 10                      | 10                      |     | 7,5                                 | 2,5                          | 2,5                 | 10                              |    |
| ANT-4  |            |                      | Valor Suelo                 |                               |                          |              | 7,5                     |                         |     | 10                                  | 2,5                          | 2,5                 | 10                              |    |
| ANT-5  |            | Salud                | Enfermedades                | 2,5                           |                          |              |                         |                         |     | 10,0                                |                              | 7,5                 | 7,5                             |    |
| ANT-6  |            |                      | Vectores                    |                               | 7,5                      |              | 7,5                     |                         |     | 2,5                                 | 7,5                          |                     |                                 |    |

## ANEXO 8

### Matriz de Importancia

| IMPORTANCIA    |      |
|----------------|------|
| Extensión      | 0,25 |
| Duración       | 0,25 |
| Reversibilidad | 0,5  |



MATRIZ DE IMPORTANCIA

Anexo 8

| Código | Componente | Subcomponente        | Factores ambientales        | Fase: Construcción            |                          |              |                         |                         | Fase: Operación                     |                              |                     |                                 |   |
|--------|------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------|---|
|        |            |                      |                             | Emisión de polvo y partículas | Instalación de chimeneas | Excavaciones | Construcción de canales | Circulación de Camiones | Monitoreos del área en recuperación | Red de Drenaje de Lixiviados | Emanación de biogas | Avería del tanque de Lixiviados |   |
| AB-1   | Abiótico   | Aire                 | Calidad                     | 2                             | 0                        | 0            | 0                       | 1                       |                                     | 0                            | 0                   | 8                               | 2 |
| AB-2   |            |                      | Ruido                       | 0                             | 1                        | 2            | 0                       | 4                       |                                     | 0                            | 0                   | 0                               | 0 |
| AB-3   |            | Suelo                | Erosión                     | 0                             | 0                        | 0            | 0                       | 4                       |                                     | 0                            | 0                   | 0                               | 0 |
| AB-4   |            |                      | Permeabilidad               | 0                             | 0                        | 0            | 0                       | 0                       |                                     | 0                            | 0                   | 0                               | 0 |
| AB-5   |            | Agua                 | Calidad aguas superficiales | 1                             | 0                        | 2            | 7                       | 0                       |                                     | 0                            | 7                   | 0                               | 1 |
| AB-6   |            |                      | Calidad aguas subterráneas  | 0                             | 0                        | 0            | 7                       | 0                       |                                     | 2                            | 9                   | 0                               | 2 |
| BIO-1  | Biótico    | Flora                | Arboles                     | 2                             | 0                        | 0            | 0                       | 0                       |                                     | 0                            | 0                   | 0                               | 0 |
| BIO-2  |            |                      | Herbáceas                   | 2                             | 0                        | 0            | 0                       | 0                       |                                     | 0                            | 5                   | 0                               | 0 |
| BIO-3  |            | Fauna                | Aves                        | 3                             | 0                        | 1            | 0                       | 0                       |                                     | 0                            | 0                   | 0                               | 0 |
| BIO-4  |            |                      | Mamíferos                   | 2                             | 0                        | 4            | 0                       | 1                       |                                     | 0                            | 5                   | 0                               | 0 |
| ANT-1  | Antrópico  | Perceptual           | Naturalidad                 | 0                             | 6                        | 6            | 0                       | 1                       |                                     | 2                            | 8                   | 3                               | 2 |
| ANT-2  |            |                      | Paisaje                     | 2                             | 9                        | 9            | 9                       | 2                       |                                     | 0                            | 8                   | 8                               | 0 |
| ANT-3  |            | Economía y Población | Empleo                      | 0                             | 3                        | 3            | 3                       | 5                       |                                     | 4                            | 8                   | 3                               | 3 |
| ANT-4  |            |                      | Valor Suelo                 | 0                             | 0                        | 0            | 5                       | 0                       |                                     | 5                            | 9                   | 4                               | 4 |
| ANT-5  |            | Salud                | Enfermedades                | 1                             | 0                        | 0            | 0                       | 0                       |                                     | 4                            | 0                   | 5                               | 3 |
| ANT-6  |            |                      | Vectores                    | 0                             | 9                        | 0            | 9                       | 0                       |                                     | 4                            | 8                   | 0                               | 0 |

## **ANEXO 9**

### **Matriz de Valoración de Impacto Ambiental**

Matriz de Valoración de Impacto  
Anexo 9

| Código                             | Componente | Subcomponente        | Factores ambientales        | Fase: Construcción            |                          |              |                         |                         | Sumatoria de impactos por filas | Fase: Operación                     |                              |                     |                                 | Sumatoria de impactos por filas |          |
|------------------------------------|------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------|
|                                    |            |                      |                             | Emisión de polvo y partículas | Instalación de chimeneas | Excavaciones | Construcción de canales | Circulación de Camiones |                                 | Monitoreos del área en recuperación | Red de Drenaje de Lixiviados | Emanación de biogas | Avería del tanque de Lixiviados |                                 |          |
| AB-1                               | Abiótico   | Aire                 | Calidad                     | -3,62                         | 0                        | 0            | 0                       | -1,85                   | 0                               | 0                                   | 0                            | 7,81                | -4,61                           | 3,20                            |          |
| AB-2                               |            | Aire                 | Ruido                       | 0                             | -1,58                    | -2,09        | 0                       | -3,01                   | -6,68                           | 0                                   | 0                            | 0                   | 0                               | 0,00                            |          |
| AB-3                               |            | Suelo                | Erosión                     | 0                             | 0                        | 0            | 0                       | -6,12                   | -6,12                           | 0                                   | 0                            | 0                   | 0                               | 0,00                            |          |
| AB-4                               |            |                      | Permeabilidad               | 0                             | 0                        | 0            | 0                       | 0                       | 0                               | 0                                   | 0                            | 0                   | 0                               | 0,00                            |          |
| AB-5                               |            | Agua                 | Calidad aguas superficiales | -1,85                         | 0                        | -3,62        | 8,29                    | 0                       | 2,81                            | 0                                   | 0                            | 0                   | -3,54                           | -3,54                           |          |
| AB-6                               |            |                      | Calidad aguas subterráneas  | 0                             | 0                        | 0            | 8,29                    | 0                       | 8                               | 4,87                                | 0                            | 0                   | -3,87                           | 1,00                            |          |
| BIO-1                              | Biótico    | Flora                | Árboles                     | -2,09                         | 0                        | 0            | 0                       | 0                       | -2,09                           | 0                                   | 0                            | 0                   | 0                               | 0,00                            |          |
| BIO-2                              |            |                      | Herbáceas                   | -2,09                         | 0                        | 0            | 0                       | 0                       | -2,09                           | 0                                   | 0                            | 0                   | 0                               | 0,00                            |          |
| BIO-3                              |            | Fauna                | Aves                        | -4,33                         | 0                        | 0            | 0                       | 0                       | -4,33                           | 0                                   | 0                            | 0                   | 0                               | 0,00                            |          |
| BIO-4                              |            |                      | Mamíferos                   | -3,62                         | 0                        | -3,06        | 0                       | -1,77                   | -8,45                           | 0                                   | 3,62                         | 0                   | 0                               | 3,62                            |          |
| ANT-1                              | Antropico  | Perceptual           | Naturalidad                 | 0                             | -6,42                    | -6,64        | 0                       | -1,48                   | -14,54                          | 4,47                                | -4,40                        | -5,24               | -4,61                           | -9,78                           |          |
| ANT-2                              |            |                      | Paisaje                     | -4,22                         | -8,10                    | -9,35        | -8,10                   | -2,44                   | -32,21                          | 0                                   | -4,40                        | -4,40               | 0                               | -8,80                           |          |
| ANT-3                              |            | Economía y Población | Empleo                      | 0                             | 5,24                     | 5,24         | 5,59                    | 7,07                    | 23,15                           | 5,30                                | 4,33                         | 2,50                | 5,24                            | 17,38                           |          |
| ANT-4                              |            |                      | Valor Suelo                 | 0                             | 0                        | 0            | 6,12                    | 0                       | 6,12                            | 7,07                                | 4,68                         | 3,06                | -6,12                           | 8,69                            |          |
| ANT-5                              |            | Salud                | Enfermedades                | -1,85                         | 0                        | 0            | 0,00                    | 0                       | -1,85                           | 6,52                                | 0,00                         | -6,27               | -4,84                           | -4,60                           |          |
| ANT-6                              |            |                      | Vectores                    | 0                             | 8,10                     | 0            | 8,10                    | 0                       | 16,20                           | 3,26                                | 7,62                         | 0,00                | 0,00                            | 10,88                           |          |
| Sumatoria de impactos por columnas |            |                      |                             | -21,83                        | -10,86                   | -19,52       | 20,20                   | -9,60                   |                                 | 21,72                               | 3,83                         | 3,72                | -17,51                          | <b>Sumatoria</b>                | <b>%</b> |
| Impactos altamente significativos  |            |                      |                             | 0                             | 1                        | 2            | 1                       | 0                       |                                 | 0                                   | 0                            | 1                   | 1                               | 4,00                            | 7,02     |
| Impactos significativos            |            |                      |                             | 0                             | 1                        | 0            | 0                       | 1                       |                                 | 0                                   | 0                            | 1                   | 3                               | 8,00                            | 14,04    |
| Impactos despreciables             |            |                      |                             | 8                             | 1                        | 3            | 0                       | 5                       |                                 | 0                                   | 2                            | 1                   | 2                               | 22,00                           | 38,60    |
| Impactos beneficiosos              |            |                      |                             | 0                             | 2                        | 1            | 5                       | 1                       |                                 | 6                                   | 4                            | 3                   | 1                               | 23,00                           | 40,35    |
|                                    |            |                      |                             |                               |                          |              |                         |                         |                                 |                                     |                              |                     |                                 | 100,00                          |          |

**ANEXO 10**  
**Fotografías Del Botadero**

**Foto 1**



**Entrada al botadero**

**Foto 2**



**Fondo de la Quebrada**

**Foto 3**



**Fondo del botadero**

**Foto 4**



**Pared del botadero**

**Foto 5**



**Parte alta del botadero**

**Foto 6**



**Tubería que cruza por la parte inferior de la Panamericana**

**Foto 7**



**Pequeño caudal que baja por la quebrada**

**Foto 8**



**Volqueta descargando material**



## BIBLIOGRAFÍA

- COLLAZOS Peñaloza Hector, *RESIDUOS SOLIDOS*, ed. Acodal, quinta edición, Colombia,1998
- HEINKE W. Gary, *INGENIERIA AMBIENTAL*, Ed. Prentice Hall, Mexico, 1996
- Documento “*ALTERNATIVAS DE GESTION PARA EL SERVICIO DE DESECHOS SÓLIDOS DEL CANTÓN MEJÍA*” realizado por el Dr. Jorge R. Carrera E.,marzo ,2002
- Tesis previa a la obtención del titulo de Ingeniería Ambiental “*APLICACIÓN DEL PROGRAMA HELP, EN LA SIMULACIÓN DEL DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO DEL INGA BAJO Y SU HOMOLOGACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO*” Ana María Noguera, Universidad Internacional SEK, Quito 2004.
- Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria
- Constitución Política de la República del Ecuador
- Ley de Gestión Ambiental
- INFOPLAN
- [www.cariari.ucr.ac.cr](http://www.cariari.ucr.ac.cr)
- [www.explored.com.ec](http://www.explored.com.ec)
- [www.gobcan.es](http://www.gobcan.es)
- [www.lenntech.com](http://www.lenntech.com)
- [www.mobot.org](http://www.mobot.org)
- [www.oni.escuelas.edu.ar](http://www.oni.escuelas.edu.ar)
- [www.richardclinch.com](http://www.richardclinch.com)
- [www.vitalis.net](http://www.vitalis.net)

- [www.wes.army.mil](http://www.wes.army.mil)