

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

Nuestro planeta en general está siendo afectado por la deforestación, causa principal de los efectos secundarios de los cambios climáticos en todas las zonas de la Tierra, por eso es importante tomar medidas preventivas de remediación que por su viabilidad y múltiples beneficios es la implementación y aplicación de planes de forestación, reforestación, sistemas agroforestales y proyectos productivos en sitios afectados por los efectos de la desertificación, entre otros, y que nos permita generar ingresos económicos y nos posibilite la satisfacción de necesidades urgentes de productos forestales, agrícolas, pecuarios y la recuperación de hábitats dañados (Calvo, 1994).

La reforestación aporta una serie de beneficios y servicios ambientales, pues incrementa la cobertura arbórea, aumenta la fertilidad del suelo y mejora la retención de humedad, estructura y contenido de nutrientes (reduciendo la lixiviación, proporcionando abono verde y agregando nitrógeno, en el caso de que las especies utilizadas sean de este tipo). La cobertura arbórea también ayuda a reducir el flujo rápido de las aguas lluvias, regulando, de esta manera, el caudal de los ríos, mejorando la calidad del agua y reduciendo la entrada de sedimentos a las aguas superficiales. Debajo de los árboles, las temperaturas más frescas y los ciclos húmedos y secos moderados constituyen un microclima favorable para los microorganismos y la fauna; ayuda a prevenir la laterización del suelo. Al incorporar los árboles a los sistemas agrícolas, pueden mejorarse las cosechas,

gracias a sus efectos positivos para la tierra y el clima. Finalmente, la cobertura vegetal que se establece mediante el desarrollo de las plantaciones en gran escala y la plantación de árboles, constituye un medio para la absorción de carbono, una respuesta a corto plazo al calentamiento mundial causado por la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera. Los árboles plantados para protección, por ejemplo, como fajas protectoras o guardabrisas o para estabilizar las laderas, controlar la erosión, facilitar el manejo de cuencas hidrográficas, proteger las orillas de los ríos o fijar las dunas de arena, son beneficiosas por naturaleza y proveen protección y servicios ambientales. Si surgen problemas, muy probablemente, serán sociales (cuestiones de tenencia de las tierras y los recursos) (Proyecto Gran Sumaco, 1997).

La erosión de los suelos es uno de los problemas ambientales que más preocupa a los científicos, gobernantes y ciudadanos, ya que las consecuencias son catastróficas y prueba de ello es el crecimiento de los desiertos. La erosión una vez que ha alcanzado el punto culminante de su evolución es prácticamente irreversible a escala humana, conseguir que un desierto vuelva a ser suelo fértil es una tarea de siglos o milenios. En cambio conseguir que los suelos fértiles se vuelvan eriales cuesta muy poco, basta una lluvia no excesivamente fuerte sobre una ladera desprovista de vegetación para que el proceso de la erosión se inicie (Biblioteca de la agricultura, 2001).

La situación de pobreza y desocupación en el campo es cada vez más crítica y es un compromiso del Estado aportar con una solución, que permita mejorar la situación socioeconómica de las comunidades campesinas y por ende el desarrollo del país. De ahí, el interés en establecer plantaciones forestales, de producción protección y agroforestería en el área comunal que traerán beneficios directos a sus habitantes, mejorando la calidad de vida a través de la integración, generación de trabajo y apoyo a la gestión ambiental, productiva y social (Proyecto Gran Sumaco, 1997).

En algunas provincias de nuestro país existen lugares destinados para botaderos de basura que no son manejados adecuadamente para salvaguardar la salud y el bienestar de la población, y los que son intervenidos son utilizados como sitios de clasificación de desechos y elaboración de compost orgánico, es por eso que ésta investigación va enfocada a determinar metodologías alternativas para mitigar los efectos de los desechos orgánicos, inorgánicos e infecciosos y escombros de dichos lugares. En estos lugares se identifican algunos suelos de aptitud agrícola y forestal lo que representa una posibilidad de implementar proyectos de repoblación forestal con fines de producción, protección, conservación o agroforestería y así mejorar la producción y productividad agrícola mediante la incorporación del árbol en el sistema productivo agropecuario, fomentando la participación de la ciudadanía en general, vista esta como el compartir responsabilidades y toma de conciencia en el manejo de los recursos naturales y la recuperación de ciertas zonas afectadas en áreas de recreación institucional (boroshilov, 2008).

El Ilustre Municipio de Otavalo, consciente de garantizar las mejores condiciones sanitarias y ambientales para su población, a través de una adecuada gestión de los residuos sólidos urbanos que se generan a diario en el Cantón de Otavalo, ha establecido como estrategia de desarrollo urbano a corto y largo plazo, el mejoramiento integral de su infraestructura de aseo público, mediante la implementación de un relleno sanitario en el cuál son recolectados y tratados los residuos recolectados en la ciudad de Otavalo y sus 9 parroquias suburbanas, de una forma segura y ambientalmente sustentable (Municipio de Otavalo, 2002).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Elaborar una propuesta de repoblación forestal en el área del relleno sanitario de la ciudad de Otavalo, para la recuperación del área intervenida por éste, después de concluida su vida útil

1.2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos fueron:

- Caracterizar la cobertura vegetal.
- Zonificar el área del proyecto.
- Determinar las especies forestales óptimas para la repoblación.
- Analizar la situación socio-económica del área de influencia.

1.3 Preguntas directrices de la investigación

Las preguntas directrices fueron:

- ¿Existe un proyecto de repoblación forestal gubernamental o seccional en el área de estudio?
- ¿Existen análisis socioeconómicos de los lugares involucrados en este proyecto?
- ¿Existen instituciones públicas o privadas con capacidad institucional para ejecutar el proyecto de repoblación?
- ¿Se han realizado estudios para ejecutar cierres técnicos en rellenos sanitarios?

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1 Repoblación forestal

El término reforestación es sinónimo de repoblación forestal y se refiere a la introducción de la masa forestal en un terreno que ya la poseía con anterioridad en un tiempo relativamente cercano. Sin embargo, el término forestación hace referencia a la introducción de una masa forestal en lugares donde nunca ha existido ese tipo de vegetación.

La repoblación forestal puede definirse como “el conjunto de técnicas que se necesitan aplicar para crear una masa forestal, formada por especies vegetales leñosas (árboles o arbustivas), que sea estable con el medio, en un terreno cuya vegetación actual es ineficaz en mayor o menor grado según el uso asignado al territorio, y que adoptando las características deseadas, cumpla con los fines que de ella se demanden” (Serrada, 1995).

Se entiende por masa forestal “el conjunto de vegetales leñosos que ocupan una extensión relativamente grande y que interaccionan entre sus componentes (viven en espesura), que evoluciona en relación con su medio y que es objeto de tratamiento para obtener utilidades de ella” (Serrada, 1995).

Según la definición, el que la masa forestal sea estable en el medio a lo largo del tiempo implica que su supervivencia, desarrollo y reproducción no dependen de la intervención humana constante o intensa, aunque sí se realicen tratamientos silvícolas esporádicos (control de plagas y enfermedades, podas, clareos, defensa

contra incendios, etc). Por otro lado, el concepto de repoblación forestal lleva implícitos unos objetivos, cuyo establecimiento constituye el primer paso a seguir a la hora de realizar un proyecto de esta índole. En líneas generales, dichos objetivos pueden incluirse en uno de los siguientes grupos: objetivos productores y objetivos protectores, dando lugar a las repoblaciones productoras y protectoras, respectivamente. Los primeros están orientados hacia la producción de materias primas o bienes directos (frutos, madera, corcho, etc.) y los segundos se plantean cuando las pretensiones se refieren a la obtención de beneficios indirectos derivados de la simple existencia de la masa (protección del suelo, conservación de la vida silvestre, etc.). Son estos últimos los que se imponen en las repoblaciones, destinadas a defender el suelo de la erosión hídrica o eólica, mejorar las condiciones de desarrollo de la vida silvestre (Serrada, 2000).

2.2 Importancia del árbol en el desarrollo de la comunidad

El desarrollo de una comunidad se mide generalmente por su capacidad de satisfacer las necesidades de sus miembros. Estas son materiales (alimentarse, vestirse, tener una casa, etc.), sociales y culturales (relaciones con la familia y el vecindario, intercambios, entretenimiento, etc). El desarrollo no tiene que ver solamente con la cantidad de bienes disponibles de la comunidad, sino también con la distribución justa entre sus integrantes. Otro producto de primera importancia en la vida de la comunidad es la madera necesaria para la construcción de casas, ranchos, aperos agrícolas, postes, carreteras, etc. Donde abundan los árboles la madera esta a disposición de todos y cuando desaparecen hay que comprar la madera fuera. Otro producto que escasea al desaparecer los árboles es el alimento tanto para el ser humano como para los animales (Proyecto Gran Sumaco, 1997).

2.2.1 Degradación del suelo y del clima

De la deforestación a la desertificación
Los principales servicios del árbol son:

- Proteger el suelo de la erosión.
- Mantener la fertilidad del suelo.
- Aumentar la capacidad de retención de agua.
- Proteger los cultivos del sol y de la brisa.
- Disminuir la incidencia de plagas.

La deforestación es la desaparición brutal o progresiva de la cobertura de árboles en el campo:

- Primero el bosque desaparece en los terrenos mejores para dar paso a la agricultura.
- A medida que la agricultura se extiende el bosque desaparece de los terrenos menos aptos, como laderas de montaña y cabecera de ríos.

Cuando la necesidad de leña, madera y tierra para cultivar aumentan, los árboles que el agricultor plantó en medio de sus cultivos, cercas y otros sitios, desaparecen. De ésta forma los sistemas agroforestales se transforman en cultivos limpios.

Las consecuencias de la deforestación son bien conocidas:

- Los terrenos inclinados quedan expuestos a la erosión porque las lluvias se llevan la capa de tierra fértil.
- Los árboles cesan en su papel de “bombas” de nutrientes.
- El suelo se empobrece por la erosión, la exposición al sol y el lavado de nutrientes por la lluvia. La única forma de compensar estas pérdidas es comprar abono.
- El suelo ya no tiene la misma capacidad de retener agua y los campos se secan más rápidamente.
- Los arroyos, desprovistos de la esponja del bosque, se agotan en la estación seca y provocan crecidas devastadoras en períodos lluviosos.

- Comienza a escasear agua para la agricultura y el consumo humano, porque los ríos están sucios con la tierra arrancada por la erosión. La calidad del agua disminuye.
- Los cultivos ya no tienen protección contra la brisa o los ardores excesivos del sol, y las cosechas se deterioran.
- Las aves y otros animales útiles desaparecen y las plagas, que antes eran comidas por esos animales, se multiplican sin control. El agricultor tiene que gastar más dinero en pesticidas que contaminan, y siempre aparece una plaga nueva.

La etapa final de la deforestación del campo es la desertificación cuyas manifestaciones más elocuentes son: vegetación y clima modificado, suelos empobrecidos y agua escasa. Los cultivos no sostienen a la comunidad y los pastos son insuficientes para los animales domésticos. Si la deforestación afecta una zona amplia el clima puede cambiar. La humedad disminuye y con ella las lluvias, porque “el agua llama al agua”. Y cuando llueve puede ser un desastre por la erosión y la crecida de los ríos. Al final, donde había bosques, cafetales, pastos con vacas, arroz y plátanos, suele quedar un pajonal, con algunos arbustos espinosos. En estas tierras solamente se puede plantar un poco de yuca amarga y guandules y criar cabras, que a su turno acaban con la vegetación que queda. Esto no es cuento: La desertificación afecta, a una velocidad acelerada, regiones cada vez más amplias del Trópico (Proyecto Gran Sumaco, 1997).

2.2.2 Consecuencias sociales de la deforestación

La deforestación no solo tiene consecuencias negativas sobre el bien estar material de la comunidad; también provoca problemas sociales. Cuando los productos del árbol escasean su precio aumenta. Entonces, el que tiene más árboles adquiere una ventaja económica ya que puede vender los productos fuera y dejar a la comunidad desprovista de materia prima y eso es peor. A medida que el precio aumenta, los agricultores pobres no pueden adquirir un bien. Así aparece la especulación y con ella se desarrollan las desigualdades entre miembros de la

comunidad. Con las desigualdades se deterioran los mecanismos tradicionales de funcionamiento de la comunidad, desaparece la solidaridad, los intercambios y otros hábitos valiosos (Proyecto Gran Sumaco, 1997).

2.2.3 Causas y mecanismos de la deforestación

La causa fundamental de la deforestación es la escasez de tierra cultivable como consecuencia del aumento de la población. La cantidad de tierra necesaria para que una familia pueda suplir sus necesidades depende de varios factores:

- La cantidad de los suelos.
- El clima (abundancia de lluvias).
- Las técnicas agrícolas disponibles.
- Como la población aumenta, la disponibilidad de tierra disminuye y los agricultores tienen solamente dos salidas:
- Buscar tierras vírgenes (desmontar bosques);
- Cambiar sus técnicas agrícolas.

Cuando hay tierras vírgenes, la primera solución es siempre preferida; si no, hay que recurrir a la segunda. La tierra no está disponible igualmente para todos. En casi todos los campos de América, el latifundio ocupa la mayoría de las tierras, y los campesinos comparten lo que queda. La tenencia de tierra influye en la rapidez de la deforestación. Si las comunidades no tienen acceso a la tierra, tienen que escoger entre la emigración y la intensificación del uso de la tierra (Proyecto Gran Sumaco, 1997).

2.2.4 La ciudad y la deforestación en el campo

La ciudad tiene influencia directa sobre la deforestación del campo porque crea una demanda para varios productos.

- Leña y carbón: En algunos países, la mayoría de la población de las ciudades siguen utilizando leña y carbón para cocinar. Las panaderías y

otras industrias tienen una fuerte demanda de éstos productos, lo que provoca el alza del precio.

- Madera: Pasa lo mismo con la madera, que adquieren precios muy por encima de los que se pagan en el campo.
- Productos agrícolas: La ciudad demanda cada día más alimentos del campo, lo que hace subir los precios y estimula a los agricultores a tumar los montes y acelera el ritmo de uso de la tierra para satisfacer la demanda.

La demanda de la ciudad suele aumentar mucho más rápidamente que lo que el campo puede ofrecer, sobre todo porque muchos agricultores emigran hacia las ciudades, cuya población crece a una velocidad vertiginosa. La recolección de leña y madera se transforma en un negocio, en el cual buscan empleo los agricultores sin tierra. Esto provoca una degradación del sistema de aprovechamiento de los árboles: no se cortan ramas, sino árboles enteros, sin preocuparse de su regeneración. La presión del mercado urbano para obtener leña, carbón, madera y alimentos, acelera el proceso de deforestación y desertificación. Los sistemas de cultivo más equilibrados son reemplazados por una explotación brutal de los recursos. Es un espiral sin fin, en la que la miseria creciente en el campo favorece la emigración hacia las ciudades (Proyecto Gran Sumaco, 1997).

Según un estudio de la FAO, más de cien millones de personas en el mundo sufren ya de una escasez aguda de leña, en medio de campos desertificados.

2.2.5 Reforestación y arborización

La desaparición de los árboles acompaña la extensión de la miseria, de las desigualdades y del hambre de las zonas rurales. Naturalmente, el árbol no determina estos fenómenos, sin embargo, la deforestación puede considerarse como una de las manifestaciones más visibles del subdesarrollo creciente. Por estas razones, el árbol es un elemento muy importante en los proyectos de las comunidades rurales. Para satisfacer sus necesidades básicas, la comunidad

necesita los productos y servicios del árbol. Donde la deforestación no es muy drástica, se requiere cuidar los árboles por la explotación racional, mantener y mejorar los sistemas agroforestales tradicionales para adaptarlos a las nuevas demandas. Donde los árboles son escasos, el proceso de desarrollo debe incorporar la reforestación y la arborización. La reforestación es el establecimiento de plantaciones forestales, con fines de producir leña y madera, para la demanda local y para el mercado, y proteger áreas frágiles y no aptas para otros usos (cabeceras de arroyos, laderas empinadas). La arborización es la introducción de árboles útiles en el paisaje rural, o sea, el desarrollo de sistemas agroforestales más estables. Contrariamente a lo que creen muchos técnicos y políticos de las ciudades, el agricultor es generalmente muy consciente de la degradación de su medio ambiente y del daño que le hace la desaparición de los árboles. Si no parece muy entusiasta para plantar árboles, no debe pensarse automáticamente que es por ignorancia, sino por limitaciones como: Tenencia de tierras uno de los mayores obstáculos.

En los campos donde existe tenencia segura se encuentran más plantaciones de árboles y más sistemas agroforestales. En cambio un agricultor que alquila, recibe prestada u ocupa ilegalmente una tierra, será muy renuente a plantar árboles:

- Puede ser que el dueño se lo prohíba, porque teme el uso de los árboles para justificar un derecho sobre la tierra.
- Puede temer que el dueño de la tierra le quite y aproveche los árboles para su beneficio.

Donde existen tierras comunales existen otros obstáculos:

El derecho a la tierra es comunal o individual pero por poco tiempo.

- Puede existir derechos de pastoreo de animales que dificultan la plantación.

- Varios dueños tienen que ponerse de acuerdo (Proyecto Gran Sumaco, 1997).

2.3 Recursos Naturales del Ecuador

Biodiversidad es la variabilidad de las formas de vida, es decir, el conjunto de genes, especies y ecosistemas que existen en un área determinada. Esta diversidad es el resultado de las cambiantes condiciones ambientales, a lo largo de millones de años. Esto ha hecho que muchas especies se hayan extinguido y nuevas especies se hayan formado. Biodiversidad también comprende la relación que existe entre lo biótico y lo abiótico en los ecosistemas. La interacción que tienen con el agua, el suelo, los minerales, con todos los seres vivos que habitan en las distintas zonas del Ecuador.

El Ecuador es un país pequeño pero uno de los países más biodiversos del planeta, está ubicado en la zona tórrida, atravesado por la línea ecuatorial, debido a esto nuestro país debería tener un clima sumamente cálido, y condiciones similares a las de la isla de Madagascar en África, pero, debido a la topografía, y al gran pluralismo de zonas climáticas, posee gran diversidad en especies vegetales y animales, también algo que representa la alta biodiversidad, son las múltiples culturas y etnias humanas de nuestro país. Posee la mayor diversidad vegetal y animal del mundo. Su riqueza biológica se refleja en toda una gama de organismos. El 10% de las especies de plantas vasculares del mundo se encuentran en un área que apenas representa el 2% de la superficie total de la Tierra. Sus diversos ecosistemas han interactuado de múltiples formas a lo largo de la historia geológica. El Ecuador ocupa el segundo país en diversidad de vertebrados endémicos por unidad de territorio (ejemplo: Tortuga terrestre de Galápagos, 13 especies en una extensión de menos de 500 km²). El tercer país con más diversidad de anfibios en el mundo (más de 400 especies). Posee el cuarto lugar (17% de especies de todo el mundo existen en nuestro territorio) de las especies de aves del mundo. El quinto puesto en diversidad de mariposas en todo el mundo. El 18% del territorio del Ecuador está considerando como área

protegida, con el fin de garantizar y conservar la riqueza natural que existe dentro de estas zonas.

La gran variedad de genes, especies y ecosistemas existentes ha provisto a la humanidad de alimento, madera, fibras, energía, compuestos químicos y medicinas y ha generado cientos de millones de dólares para la economía mundial. La biodiversidad es fuente de ingresos a través de la pesca, de la comercialización de tintes, fibras, alimentos, medicinas y variedades silvestres de especies cultivadas. Por ejemplo, la importancia del uso de la biodiversidad con fines medicinales se expresa en el hecho de que el 25% de los medicamentos que son comercializados en el mundo, y cuyo valor estimado es de US \$300 billones anuales, son derivados total o parcialmente de especies tropicales. Además existe un comercio mundial de materia prima para medicinas botánicas (se producen utilizando el material vegetal completo), que se calcula en USD 8 billones de dólares Kate y Laird (2000).

Más aún, el 80% de la población del Tercer Mundo todavía emplea las especies vegetales del trópico, con un mínimo de transformación, para el tratamiento de diversas enfermedades Centeno (1993).

Las cuatro regiones presentan diferentes condiciones climáticas, determinadas por su altitud, ubicación y, principalmente, por la presencia de la cordillera de los Andes, la influencia marítima y las corrientes de vientos del pacífico. Debido a ello existe también gran diversidad de microclimas en cada zona de nuestro país.

Costa

- La costa es una región que está localizada al occidente de la Cordillera de los Andes y está atravesada de norte a sur por una cadena montañosa de altura menor, llena de extensas planicies aluviales.
- La costa está formada por tres ecosistemas principales: los bosques lluviosos tropicales del norte, las sabanas tropicales del centro y sudoeste, y el bosque seco de la franja peninsular occidental y meridional.
- A lo largo del litoral costero se distinguen dos ecosistemas adicionales caracterizados por sus comunidades animales y vegetales: las entrantes de manglar y otras áreas; las playas y acantilados conocidos por su peculiar formación rocosa.

- La temperatura promedio que prevalece en la costa es de 24°C.

Sierra

- La Cordillera de los Andes atraviesa el Ecuador de norte a sur y está dividida en tres secciones: la Cordillera Oriental, la Cordillera Interandina con numerosos valles y hoyas, y la Cordillera Occidental.
- Entre las dos cordilleras (oriental y occidental) se desplaza una meseta que llega hasta los tres mil metros de altura. La Sierra tiene importantes elevaciones montañosas como el Chimborazo, los Illinizas, el Cotopaxi, el Cayambe y el Antisana.
- En las zonas altas se encuentra el páramo que es la principal reserva de agua dulce, debido a que desde ahí bajan las aguas de los glaciares que alimentan a los distintos ríos que bañan al país, y además existe una gran cantidad de aguas subterráneas y de agua almacenada en almohadillas.
- La Sierra, presenta un clima lluvioso y más frío, en Los Andes y en el Austro, tiene un clima lluvioso y frío de noviembre a abril y seco de mayo a octubre. Su temperatura está entre los 13 y los 18 grados centígrados.

Amazonía

- Se extiende sobre un área de 120000 Km² de exuberante vegetación propia de los bosques húmedos tropicales. La Cordillera de los Andes forma el límite occidental de esta región, mientras que Perú y Colombia forman el límite meridional respectivamente. Los ríos amazónicos han lavado desde los Andes una gran cantidad de materiales, formando suelos aluviales y terrazas que se utilizan para la agricultura.
- La principal atracción de los bosques altos es la vegetación en general, y en particular los árboles, algunos de los cuales sobrepasa los 45 m. de altura.
- El ecosistema amazónico, en especial su bosque lluvioso tropical, es considerado uno de los hábitats vegetales y animales más ricos y complejos del mundo.

- La característica más importante de la región es la existencia de una prolífica flora y fauna junto a extraordinarias variaciones de macro y micro-hábitats.
- Su temperatura oscila entre 23 y 36 grados centígrados, la estación es lluviosa y húmeda de enero a septiembre y seca de octubre a diciembre.

Región Insular o Galápagos

- Tiene un clima templado con temperaturas entre 22°C y 32°C.
- En general, hay dos estaciones, la húmeda y la seca, pero el clima varía enormemente según la geografía.

Las zonas de la costa continental y las islas Galápagos están influenciadas por las corrientes oceánicas y son cálidas y lluviosas entre enero y abril.

De forma general los microclimas que recorren el Ecuador, entre los más predominantes son, el del bosque tropical húmedo ya que cubre por completo el oriente, el sector norte de la costa y las vertientes occidentales de los Andes, hasta los 1600 metros de altura. Mientras se asciende este se va perdiendo y se presentan las estepa y el bosque claro que es la vegetación típica de los andes entre los 2000 y 3200 metros, más arriba aparecen el páramo y las nieves perpetuas (Ministerio del Ambiente, 2008).

2.3.1 Recurso suelo

El suelo es la capa de transformación de la corteza sólida terrestre, formada bajo el influjo de la vida y de las especiales condiciones ambientales de un hábitat biológico y sometido a un constante cambio estacional y a un desarrollo peculiar, función de su situación geográfica. Aparece como resultado de un conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos sobre el medio rocoso original (roca madre) denominados genéricamente meteorización.

Los fenómenos más intensos de meteorización tienen lugar en un espesor limitado, los dos primeros metros de la superficie donde se asienta la actividad biológica. Los factores que condicionan las características de la meteorización y por lo tanto, la evolución de un suelo, son el clima, la topografía, los organismos vivos, la roca madre y el tiempo transcurrido. El resultado es la formación de un

perfil de suelo, sucesión típica de capas horizontales que denota el conjunto de factores que han intervenido en su formación.

Desde el punto de vista de su composición, el suelo es un material complejo compuesto por sólidos (materia mineral y materia orgánica), líquidos (sobre todo el agua que en ocasiones, es un componente más de las rocas) y gases (aire y vapor de agua, esencialmente). A su vez, los gases y los líquidos llevan sustancias disueltas o en suspensión que pueden adherirse a la matriz sólida.

La génesis del suelo es un proceso extremadamente lento. La formación de una capa de 30 cm de suelo puede durar de 1.000 a 10.000 años. Desde este punto de vista, se debe considerar el suelo como un recurso no renovable y por lo tanto un bien a proteger. Existen numerosas e importantes variaciones que conducen a la existencia de distintos grupos de suelos.

El suelo es en consecuencia, un sistema complejo. Actúa como sistema estático soportando las actividades humanas y como sistema dinámico en el que tienen lugar los procesos biogeoquímicos más cruciales. Esta dualidad obliga a modificar las concepciones tradicionales de suelo que incidían principalmente sobre la utilidad del mismo, tendiendo en la actualidad a enfatizar más sobre las funciones que realiza y la interacción entre ellas (Revista de la Facultad de Agronomía de la UCV, 1989).

Hábitat y soporte biológico. El suelo constituye junto con el agua, el aire y la luz solar, el fundamento de la vida en los sistemas ecológicos terrestres. El suelo proporciona hábitat biológico para numerosos organismos y microorganismos, además de ser una reserva genética. Es el punto de partida y destino final de la mayor parte de las actividades desarrolladas por los seres humanos. Un descenso en la calidad del suelo contribuye generalmente a un descenso en la biodiversidad con las consecuencias, muchas veces irreversibles, de pérdidas de especies y ecosistemas que esto implica (Fusagri, 1987).

Componente del ciclo natural. El suelo es un protagonista activo en los ciclos químicos de vital importancia en el equilibrio de la naturaleza. Lleva a cabo funciones centrales de regulación dentro de los ecosistemas. En el ciclo del agua

el suelo ocupa una posición fundamental. El agua que llega al suelo vía precipitación, pasa a través de éste bien en forma de escorrentía superficial, bien en forma de flujo subterráneo, o indirectamente a través de los fenómenos de evapotranspiración o transpiración.

Otra función muy importante que tiene el suelo como protagonista principal es la generación y transporte de sustancias nutritivas para las plantas y microorganismos del suelo. Su intervención en los ciclos de carbono, azufre, nitrógeno y fósforo es fundamental para el equilibrio de los ecosistemas (Fusagri, 1987).

2.3.1.1 La erosión

La erosión (pérdida) del suelo la provocan principalmente factores como las corrientes de agua y de aire, en particular en terrenos secos y sin vegetación además el hielo y otros factores. La erosión del suelo reduce su fertilidad porque provoca la pérdida de minerales y materia orgánica. La erosión del suelo es un problema nacional e internacional al que se le ha dado poca importancia en los medios de comunicación masiva (Casanova, 1989).

Erosión hídrica. El agua es un erosivo muy energético. Cuando el suelo ha quedado desprotegido de la vegetación y sometido a las lluvias, los torrentes arrastran las partículas del suelo hacia arroyos y ríos. El suelo, desprovisto de la capa superficial, pierde la materia orgánica (humus) y entra en un proceso de deterioro que puede originar hasta un desierto (FAO, 1967).

Erosión eólica. El viento es otro de los agentes de la erosión. El suelo desprovisto de la cortina protectora que forman los árboles, es víctima de la acción del viento que pule, talla y arrastra las partículas de suelo y de roca (Torres, 1994).

La erosión del suelo es un fenómeno complejo, en el que intervienen dos procesos: la ruptura de los agregados y el transporte de las partículas finas resultantes a otros lugares. Además de la pérdida de la capa de suelo, que

contribuye a la desertización, las partículas arrastradas pueden actuar como vehículo de transmisión de contaminación (plaguicidas, metales, nutrientes, minerales, etc.). Se trata de un fenómeno natural pero que ha sido acelerado por las actividades humanas. La erosión puede ser causada por cualquier actividad humana que exponga al suelo al impacto del agua o del viento, o que aumente el caudal y la velocidad de las aguas de escorrentía.

El riesgo de erosión por acción del agua es máximo en periodos de lluvias intensas en que el suelo se encuentra saturado de agua, con escasa cubierta vegetal y aumenta el movimiento del agua por la superficie del suelo. El efecto de la escorrentía resultante elimina cantidades importantes de suelo y origina regueros de erosión que actúan como ruta principal del agua, lo que aumenta el problema.

La incidencia de la erosión por el viento, propia de climas áridos y semiáridos, es casi siempre debida a la disminución de la cubierta vegetal del suelo, bien por sobre pastoreo o a causa de la eliminación de la vegetación para usos domésticos o agrícolas (Torres, 1984).

2.3.2 Recurso bosque

Íntimamente ligados a los suelos y las aguas, los bosques, principalmente los nativos, constituyen recursos naturales de primera importancia. El bosque participa en el ciclo hidrológico por medio de la evapotranspiración, regula el régimen hídrico de las corrientes evitando las grandes inundaciones y la sequías, controla la erosión y proporciona madera para numerosos usos. Las especies nativas son las más utilizadas en la conservación y manejo de las cuencas.

Desafortunadamente, solo esta última función del bosque es tomada en cuenta, por lo cual se lo deforesta hasta la extinción, ocasionando problemas hídricos y climáticos (Dellano, 1984).

2.3.3 Recurso humano

Los beneficios socioeconómicos de las grandes plantaciones comerciales incluyen la generación de empleo, más que el manejo de los bosques naturales, pero menos

que la agricultura, y, a menudo, ocurren mejoras en la infraestructura y servicios sociales locales. Al igual que las operaciones de explotación forestal de los bosques naturales, tienen aspectos negativos, particularmente, en las áreas remotas. Son los problemas relacionados con la fuerza laboral importada (sobrecargando la infraestructura y servicios sociales locales, causando tensiones sociales y, a veces, raciales, aumentando los problemas de salud, etc.); la mayor monitorización de la economía; y, si las plantaciones impulsan la construcción de caminos, se producirán problemas relacionados con la afluencia no planificada de gente y los cambios sociales por el mayor contacto con el mundo exterior (Tradición forestal, 1990).

2.3.4 Recurso paisaje

Es un recurso estético a cuyo disfrute tiene derecho la humanidad. La contaminación del aire, del agua y del suelo, la deforestación y la explotación minera sin controles adecuados, afectan negativamente el paisaje (Centro Científico Tropical, 1985).

Asentamiento humano. La urbanización no planificada genera serios problemas ambientales, que afectan principalmente la pureza y conservación del agua, del suelo y del paisaje apareciendo todas las secuelas negativas (Convenio Andrés Bello, 1985).

Aspectos sociales. El propósito principal de la reforestación es lograr el beneficio del hombre residente en la zona, sin que se afecten adversamente los recursos naturales de la misma. Entonces es imperativo que los programas de manejo incluyan aspectos tales como mejoramiento de vivienda, apertura y mantenimiento de vías, obras de salubridad, desarrollo de proyectos que generen empleos e ingresos justos; electrificación, suministros de agua, educación y cualquier otro aspecto de beneficio comunitario. Además, debe adoptarse programas para la protección de las comunidades indígenas (Dellano, 1984).

2.4 Selección de especies

La elección de la especie se realizará en función del objetivo previamente establecido y del estado de partida del terreno a repoblar o estación. Dicho proceso se lleva a cabo en tres etapas: las dos primeras seleccionan las especies compatibles con la estación, teniendo en cuenta los factores ecológicos y la tercera consiste en la elección a partir de las seleccionadas en las dos fases anteriores, atendiendo a criterios económicos. Una vez elegida la especie o especies habrá que indicar su ecotipo o procedencia, es decir, de dónde provienen las semillas, de forma que queden detallados y homologados con la estación de destino los factores ecológicos y que puedan establecerse previsiones sobre las características de la masa a crear. Cuando en el país productor de la semilla de la especie solicitada existan estudios en cuanto a la delimitación geográfica de las distintas procedencias, debe proporcionarse la clave de esta clasificación (García, 1991).

En la primera etapa, los factores ecológicos a considerar, siguiendo un proceso selectivo ordenado son: factores fitogeográficos, factores climáticos, factores fisiográficos y factores edáficos. La Fitogeografía o Geografía Botánica estudia la distribución geográfica de las especies vegetales. Por tanto, el primer paso consistirá en elaborar una lista de especies autóctonas, junto con las exóticas compatibles ecológicamente. Los factores climáticos a tener en cuenta son: radiaciones, precipitaciones, temperaturas y movimiento del aire. Los efectos de dichos factores sobre la fotosíntesis y sobre el desarrollo, deben considerarse de forma global y no individual, por lo que es necesario disponer de un Índice Climático o Estudio Climático que cuantifique la capacidad de un clima para producir biomasa. Pueden emplearse metodologías basadas en clasificaciones fitoclimáticas mediante climodiagramas (Allue, 1990) o diagramas bioclimáticos, Montero y González (1982), (García, 1980).

El proceso selectivo utilizando el diagrama bioclimático es el siguiente:

- La primera selección se hace admitiendo todas las especies cuya IBS (Intensidad Bioclimática Seca) sea igual o mayor que la IBS estacional.
- La segunda selección utiliza el factor térmico, teniendo en cuenta su influencia en la actividad fotosintética. La estación climáticamente óptima, desde el punto de vista térmico, será aquella que tenga una temperatura básica libre igual a la óptima, habiendo finalizado la selección.
- Si queda más de una especie utilizable después de aplicar los dos criterios anteriores, se seleccionará la de mayor producción, cuando la repoblación es productora, o la más apropiada para luchar contra la erosión hídrica, si se trata de una repoblación protectora (García, 1991).

Cuando se trata de terrenos montañosos, los datos recogidos en una estación meteorológica próxima sólo reflejan de forma aproximada su climatología, por lo que habrá que tener en cuenta los factores fisiográficos de altitud, orientación y pendiente, dada su influencia sobre los factores climáticos. La altitud influye a través de la temperatura, las precipitaciones y la radiación. Asimismo el gradiente térmico con la altitud depende de la orientación de la ladera y del sistema orográfico y el gradiente pluviométrico depende de la situación orográfica general. Cuando se trata de vegetación forestal, los factores edáficos tienen una menor influencia que los climáticos, salvo en casos extremos, debido a la plasticidad de este tipo de vegetación: las exigencias nutricionales son menores, ya que la madera está compuesta mayoritariamente por los elementos que puede suministrar el aire y el agua y, en el caso de las especies linneanas, el grado de adaptación a las condiciones edáficas es elevado cuando el resto de las condiciones ambientales le son favorables. Las características del suelo que tienen verdadera importancia son aquellas que en cierto modo sustituyen al clima: una alta capacidad de retención de agua y fácil transferencia de humedad de los períodos húmedos a los secos, equivale a la precipitación en el período de transferencia; la profundidad sustituye a la precipitación, ya que permite extraer

agua de mayor profundidad, cuando las capas superiores han alcanzado su punto de marchitamiento. Estas propiedades, capacidad de retención de agua y profundidad, pueden modificarse hasta cierto punto de forma favorable, a través de las labores preparatorias del suelo.

- Grado de evolución o degradación, para obtener información sobre el impacto de la repoblación, su futura evolución tras la repoblación y la posible mejora de sus propiedades.
- Interpretación de los siguientes parámetros: profundidad, pedregosidad, textura, estructura, contenido en materia orgánica, conductividad eléctrica de la solución del suelo, contenido en caliza activa y reacción (pH). Una vez conocidas estas características se coteja con las necesidades de las especies seleccionadas, descartando aquellas para las que el suelo sea limitante. La presencia de caliza activa, la permeabilidad y la salinidad, son las características que con mayor frecuencia resultan determinantes (Rosselló, 1990), Gandullo y Sánchez (1994).

En la segunda etapa de selección se tendrán en cuenta los factores biológicos, que engloban: factores fitosociológicos, factores de competencia con la vegetación actual, la posibilidad de micorrización, el comportamiento frente a plagas, enfermedades y predadores, e influencias antropozoicas indirectas. El estudio de los factores fitosociológicos supone el conocimiento de la composición florística actual del terreno, que informa sobre las condiciones estacionales, la asociación vegetal climática y el estado de degradación de la vegetación. Habrá que determinar cuáles de las especies seleccionadas establecerán una competencia inadmisibile con la vegetación actual. Con respecto a la micorrización, ésta viene garantizada por las inoculaciones llevadas a cabo en el vivero. En cuanto a las plagas y enfermedades, algunas especies pueden ser descartadas por su baja resistencia. El factor humano, puede resultar incompatible de forma indirecta a través de su actividad y la de carácter industrial. En la tercera etapa se aplicarán criterios económicos de selección sobre la lista confeccionada a lo largo de las dos etapas anteriores.

Entre los factores económicos que influyen directamente sobre la rentabilidad se encuentran: los costos de establecimiento y de gestiones técnica y administrativa, las pérdidas por agentes o susceptibilidad a los no considerados en los factores biológicos, la cuantía del crecimiento y la utilidad y el valor de los productos. Independientemente de la rentabilidad existen factores económicos indirectos que pueden aconsejar la elección de una especie y que suelen estar relacionados con las condiciones extrínsecas del monte: distancia del mercado para unos determinados productos, estructura de la industria de transformación de materias primas, disponibilidad de mano de obra, etc. En ocasiones existen razones económicas ligadas a la necesidad de disponer de un producto con determinadas características tecnológicas, por razones estratégicas de distinta índole. Así los factores de tipo tecnológico se pueden referir a las características del propio producto porque se adecue mejor a una industria determinada, o por la situación de demanda del mercado (Rosselló, 1990), Gandullo y Sánchez (1994).

Al iniciar un programa de reforestación con una comunidad o propietario individual, hay que tomar en cuenta cuál es el objetivo de la plantación de árboles, cuales especies se disponen de los viveros, cuales son las características del sitio a plantar (Rideoun, 1978).

2.4.1 Especies nativas para repoblaciones forestales en la Sierra Ecuatoriana

Alnus acuminata (Aliso)

En el Ecuador el Aliso se encuentra en toda la Sierra desde el Carchi hasta Loja, y en las estribaciones de las cordilleras hacia la Costa y la Amazonía, en especial en la boca y ceja de la montaña donde existe gran condensación de neblina, desde la altitud más baja que corresponde al bhPM, 800 msnm. Y la más alta al bhM, 3.450 msnm.

Especie nativa originaria de los Andes de Ecuador, Colombia y Perú, se distribuye geográficamente en el Ecuador en los flancos de las cordilleras oriental y occidental, es una especie que se desarrolla en suelos limosos y limo – arenosos

de origen aluvial o volcánico, aunque puede crecer en suelo pobre, desde grava a arena, arcillas y aun sobre rocas, cabe resaltar que es una especie pionera en áreas desbastadas y en sitios de derrumbe, utilizando plantas bien lignificadas y una buena preparación del terreno es posible plantar el aliso en una amplia gama de sitios. El quicuyo es indicador de sitios para esta especie. En sitios mal drenados la especie tiene dificultad para crecer y desarrollarse, en sitios pantanosos el crecimiento es más lento y las tasas de mortalidad alta. Se desarrolla en zonas cuya temperatura va desde 7°C a 20°C, la especie no soporta fuertes heladas o cambios bruscos de temperatura, es una especie nativa que para su desarrollo y crecimiento es exigente en humedad ya que se halla junto a los ríos o quebradas, sin embargo crecen aceptablemente en lugares con menor cantidad de humedad; por lo tanto establece un rango de pluviosidad requerida por el aliso entre 1200 a 1800 mm lluvia /año. El aliso es una de las especies más promisorias para la agroforestería en las zonas andinas, la importancia para la reforestación, radica en la calidad de humus que forma sus hojas, en las raíces de aliso tiene nudosidades que están formando por un hongo actinomiceto del genero FRAKIA fijador del nitrógeno atmosférico, que vive en simbiosis con este árbol; esto facilita que el aliso crezca sobre suelos minerales como en los deslaves, en los taludes de carreteras y en suelos pobres (Carlson, 1985).

Buddleja incana (Quishuar)

Especie nativa originaria de los Andes de Ecuador, Colombia y Perú, en el Ecuador se encuentra distribuido geográficamente en la Región Interandina, desde los 3000 a 4000 m.s.n.m., es una especie que se desarrolla en diferentes clases de suelos, incluyendo los de baja fertilidad y con un pH de 5 a 6, prospera bien en suelos arenosos a franco-arenosos. Se desarrolla en zonas cuya temperatura va desde 7°C a 18°C, con pluviosidad de 1200 a 2000 mm lluvia /año (Carlson, 1985).

Prunus serótina (Capulí)

Especie originaria del Este de América del Norte. Actualmente se encuentra distribuida desde el Estado de México, donde forma parte del bosque mesófilo de montaña, habiéndose adaptado a climas subtropicales húmedos de Venezuela, Colombia, Ecuador, distribuidos entre 1800 y 3500msnm. Es una especie que forma parte de la flora de los valles interandinos, teniendo como hábitat zonas muy localizadas, donde se la encuentra establecidas como cercos vivos o en asociaciones con cultivos agrícolas. Es de porte vigoroso y esbelto que alcanza generalmente de 8 a 10 m. de altura, habiéndose encontrado hasta 15m, no es una especie nativa fue introducida al Ecuador durante el periodo de la colonia. Prefiere climas templados en alturas medias de la sierra, crece mejor en suelos arenosos y bien drenados (Carlson, 1985).

Spartium junceum (Retama)

Es una planta perenne, leguminosa, arbusto nativo del Mediterráneo en el sur de Europa, sudoeste de Asia, noroeste de África, ubicado en sitios soleados, usualmente suelos áridos y arenosos. Típicamente crece de 2 a 4 m de altura, raramente 5 m, con tallos centrales, numerosos, de más de 5 cm de espesor, raramente 1 dm. Es de crecer en matas, planta suculenta gris verdosa, mata juncácea con pequeñas hojas de 1-3 cm de longitud (Flinta, 1978).

Prunus pérsica (Durazno)

Procedente de la China, con una distribución geográfica en la región Interandina, ubicado entre los 1500 a 2800 m.s.n.m. Requiere suelos profundos, bien drenados, de mediana fertilidad con pH de 4,5 a 8,5. Prefiere los climas templados, pero se desarrolla bien en climas relativamente fríos cuya temperatura va desde 12°C a 24°C, con temporada fría de 400 a 800 horas y 700 mm de pluviosidad anual (Flinta, 1978).

2.4.2 Especies exóticas para repoblaciones forestales en la Sierra Ecuatoriana

Se considera como especie exótica, a aquella para la que el vector de sus propágulos a la hora de ser introducida fuera de su habitación natural es el hombre.

Su empleo puede entrar en consideración en los siguientes casos:

- Cuando la vegetación espontánea es pobre en su desarrollo y de muy pequeña rentabilidad.
- Cuando la especie autóctona es tecnológicamente inapropiada para las exigencias de una industria determinada.
- Cuando no exista especie autóctona totalmente satisfactoria para vegetar en una estación determinada.

Las etapas a seguir en el proceso de selección serán las mismas que para las especies autóctonas, haciendo especial hincapié en:

- Los riesgos de plagas y enfermedades, ya que los agentes patógenos autóctonos pueden presentar mayor virulencia frente a las nuevas especies o los nuevos patógenos, en el caso de que sean trasladados con las especie, carecerán de enemigos naturales en la zona de introducción.
- La escasez de variabilidad genética.
- Los riesgos de heladas.

Una vez homologados positivamente los factores ecológicos entre el área de origen y de introducción, una especie exótica tendrá que cumplir los siguientes requisitos:

- Que su uso suponga una ventaja frente a las especies autóctonas.

- Que su introducción no suponga un perjuicio irreversible: alteraciones edáficas, importantes alteraciones en el ciclo del agua, propagación incontrolada, etc (www.infoagro.com/forestales/selec_especies.asp).

2.5 Sistemas de trazado en una plantación

Existen sistemas de plantación que se deben utilizar dependiendo del tipo de pendiente que tenga el suelo a plantar.

2.5.1 Sistema de plantación en “marco real”

Este sistema se emplea en terrenos de poca pendiente. La marcación se la hace en base a líneas rectas y es la forma más común en la Sierra.

En ambos sistemas las plantas se sitúan en ángulos rectos de cuadrados o rectángulos cuyos lados determinan el espaciamiento de la plantación (Pretell, 1982).

2.5.2 Sistema de plantación a tres bolillo

En esta distribución el espaciamiento entre hoyos es igual en todas las direcciones, es decir, las plantas se colocan en los vértices de los triángulos equiláteros. Una plantación a tres bolillos protege bien al suelo de la erosión, porque no quedan fajas rectas sin árboles a lo largo de su pendiente. Esta forma de plantar es también apropiada para cortinas rompe vientos Sánchez y Gillis (1982).

2.5.3 Sistema de plantación en curvas a nivel

Este sistema se emplea en terrenos con pendientes fuertes para controlar la erosión y reducir el escurrimiento superficial. Además en zonas áridas y semiáridas, mediante surcos o terrazas pequeñas siguiendo las curvas de nivel, se puede

mejorar la infiltración de agua de lluvias y así la supervivencia y crecimiento de los arbolitos Garrido y Vita (1977).

2.5.4 Cercas vivas

Dependiendo de su ubicación y de las especies utilizadas, pueden servir como linderos, rompe vientos, producción de forraje y materia orgánica.

Existen dos maneras de establecer cercas vivas:

La una utilizando vegetación permanente y densa, y la otra utilizando postes vivos complementados con alambre de púas. Los distanciamientos de plantación varían entre 0,5 y 3,0 m. dependiendo del tipo de especies a utilizar. Las especies más utilizadas son: Penco, guanto, lupino, chilca y quishuar (Wurzburg, 1971).

2.5.5 Cortinas rompevientos

Efectos dañinos del viento. La baja velocidad del viento facilita la presentación de las heladas y rocío, las cuales perjudican de diferentes formas a la agricultura. Cuando la velocidad del viento es grande los efectos sobre los cultivos muchas veces asumen magnitud de desastre, anulando la floración, desprendiendo frutas pequeñas y en ocasiones arrancando totalmente las plantas. Las especies más utilizadas para cortinas rompevientos en la Sierra son: Aliso rojo, Quishuar, Yagual, Capulí, Retama, Ciruelo y Durazno y entre las especies introducidas se encuentra el ciprés. El viento influye apreciablemente en la evaporación de la humedad del suelo y en la transpiración de las plantas; cuando es cálido y seco somete a los cultivos a una fuerte transpiración y si se prolonga por varios días, producirá una notable reducción en el contenido de agua del suelo que de no restituirse por medio de una lluvia o un riego, se puede afectar grandemente la cosecha (Wurzburg, 1971).

2.5.6 Cortinas de vegetación contra heladas

Estas disminuyen el efecto dañino de la helada (no lo elimina totalmente), además puede producir leña, frutos, incorporar materia orgánica, forraje, chacras, etc.

La distancia varía entre 0,5 y 1 m. y las especies más utilizadas (se prefieren arbustos) son: yagual, colle y chilca (Convenio Andrés Bello, 1985).

2.5.7 Barreras de vegetación en contorno para reducir la erosión

Disminuyen la pérdida del suelo causada por el agua (lluvia o riego) o las malas prácticas de laboreo del suelo, especialmente en las zonas de ladera.

También este tipo de barreras puede producir alimento para los animales menores, frutos, materia orgánica, etc. Las especies más utilizadas son: pasto, millín, chilca, quishuar, aliso, mora, retama y yagual (Convenio Andrés Bello, 1985).

2.5.8 Barreras vivas

Existen varios tipos de barreras vivas, por lo tanto los objetivos principales pueden ser: estabilizar barreras muertas, ayudar a conservar el suelo y el agua, producir materia orgánica y producir leña (Convenio Andrés Bello, 1985).

2.5.9 Cubiertas vegetales

Los cultivos de cobertura se usan generalmente en asociación con otros cultivos principales que constituyen la explotación comercial más importante, por lo tanto, estos cultivos de cobertura tienen como finalidad proteger el suelo después que el cultivo principal sea cosechado. Estas cubiertas vegetales deberán hacerse con cultivos que estén bien adaptados a la zona, ser de hábito rastrero, tolerantes a las asociaciones a las que serán sometidas de preferencia ser mejoradores del suelo.

Al programar las cubiertas vegetales que se utilizaran en determinada época, resulta muy conveniente seleccionar cultivos que en un momento dado puedan ser utilizados como abono verde (Wurzburg, 1971).

2.5.10 Cultivos en fajas

Es un sistema utilizado en la conservación de suelos que consiste en cultivar los terrenos dependiente del 2 al 15 % en fajas alternas y de ancho variable, las franjas angostas deben estar constituidas por plantas que protegen el suelo, como: mora o frutales y las franjas anchas deberían de ser de cultivo de ciclo corto, como: cereales, frejol, habas, papas, nabos a excepción de especies que exijan demasiado laboreo como ciertas hortalizas, ej. Lechuga (Vieers, 1974).

2.6 Relleno sanitario

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura. Es una obra de ingeniería de gran envergadura para la disposición final de los RSU, se caracteriza por la planificación, el diseño, la construcción y la operación técnica; e implica la aplicación de varios principios y parámetros científicos, urbanísticos, de ingeniería, técnicos, ambientales y económicos. Por lo tanto, cuenta con elementos de control ambiental suficientes para garantizar que la evacuación de los RSU en el suelo sea segura y fiable a largo plazo. Un proyecto de relleno sanitario precisa de un análisis minucioso de las condiciones locales de cada región escogida, y es importante contar con la asesoría de equipo multidisciplinario de profesionales con experiencia en el campo del diseño, construcción y operación, sobre todo en las etapa inicial del proyecto. El relleno sanitario es un proyecto de ingeniería, en el que gran parte de los problemas potenciales se previenen por medio de una buena planeación desde las etapas iniciales, puesto que de esta manera resulta más sencillo y económico que si se efectúan correcciones en el transcurso de las operaciones (Jaramillo, 2002).

Ventajas

Este tipo de infraestructura sanitaria presenta las siguientes ventajas:

- Es la alternativa de disposición final de RSU más económica que existe. Sin embargo, como cualquier obra, es necesario asignar recursos financieros y técnicos suficientes para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento. La inversión inicial es inferior a la de un sistema de procesamiento mecánico, transformación biológica o destrucción térmica. Los costos de control ambiental son menores que el de otros sistemas. Por ello, dentro de las alternativas de disposición final existentes, el relleno sanitario es el sistema más adecuado para nuestro país, si consideramos aspectos socio-económicos, técnicos y ambientales. El funcionamiento de un relleno sanitario deriva bajos costos de operación y mantenimiento. También reduce los costos de transporte de los residuos, cuando el sitio escogido para el emplazamiento del proyecto esta cerca del área urbana a servir.
- El relleno sanitario es un método de disposición final, no es un método de disposición temporal como lo es la incineración o la transformación biológica, debido a que estos últimos también generan residuos que tarde o temprano necesitan ser depositados en un relleno sanitario. En otras palabras, un relleno sanitario es un método completo y definitivo, dada su capacidad para recibir todo tipo de desechos sólidos; y soluciona también los problemas derivados de otros procesos de tratamiento como la incineración (genera cenizas) y descomposición biológica (materia no biodegradable).
- Genera empleo de mano de obra no calificada, disponible en abundancia en los países en desarrollo. No requiere de alta tecnificación de sus procesos, como lo exige la operación de otros sistemas como la incineración.
- Un relleno sanitario puede comenzar a funcionar en corto tiempo como método de eliminación.
- Recupera terrenos improductivos y marginales, transformándolos en áreas útiles para la construcción de zonas recreativas y de esparcimiento, como parques, campos deportivos, etc., o simplemente áreas verdes.
- Es un método flexible frente a cualquier incremento de residuos sólidos, debido a las siguientes razones: 1) no precisa de instalaciones permanentes y fijas, y 2) no requiere incremento de personal ni de tecnología para recibir mayores cantidades de desechos.

- El gas metano puede ser atractivo para su aprovechamiento como fuente de energía no convencional (Jaramillo, 2002).

Desventajas

Las desventajas y problemas asociados con este tipo de instalaciones son:

- La adquisición del terreno constituye la primera y principal barrera para la construcción de un relleno sanitario, debido a la oposición de la comunidad, ocasionada en general por los siguientes factores:
 - a) la confusión entre los términos "relleno sanitario" y "botadero a cielo abierto", que por lo general deriva una negativa de la población en establecer un relleno sanitario cerca de su localidad.
 - b) la falta de conocimiento sobre la técnica de disposición final de residuos sólidos a través de un relleno sanitario, y
 - c) la evidente desconfianza mostrada hacia las administraciones locales, por la inadecuada prestación de otros servicios públicos, o por el mismo servicio de aseo urbano.
- El rápido proceso de urbanización encarece el costo de los pocos terrenos disponibles, debiéndose ubicar el relleno sanitario en sitios alejados de las rutas de recolección, lo cual aumenta los costos de transporte de los residuos sólidos.
- Existe el riesgo de transformar un relleno sanitario en un botadero a cielo abierto de residuos sólidos, si desafortunadamente se cae en las siguientes acciones:
 - 1) Falta de control técnico y vigilancia ambiental en las fases de construcción y operación, lo que origina, la desconfianza de la comunidad en la supervisión del proyecto, para mantener y garantizar un alto nivel de calidad de las operaciones. Para evitar estos inconvenientes, la supervisión y fiscalización diaria debe estar en manos de la entidad encargada del sistema de aseo público, debiendo éste contar a su vez con la asesoría de un profesional responsable, dotado de experiencia y conocimientos técnicos adecuados; y
 - 2) carencia de voluntad política de las administraciones municipales, ya que

por lo general se muestran renuentes a invertir los fondos necesarios para su correcta operación y mantenimiento.

- Los asentamientos diferenciales de las superficies son más fuertes en los primeros dos años después de terminado el relleno sanitario, por lo tanto, se dificulta el uso del terreno. El tiempo de asentamiento dependerá de la profundidad del relleno, tipo de desechos sólidos, grado de compactación y de la precipitación pluvial de la zona.
- Puede presentar una eventual contaminación de aguas subterráneas y superficiales cercanas, si no se toman las debidas precauciones técnicas y ambientales (Jaramillo, 2002).

Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el relleno sanitario, por efecto de la descomposición de la materia orgánica. El éxito de un relleno sanitario radica en la adecuada selección del sitio, en su diseño y, por supuesto, en su óptima operación y control. Un relleno sanitario moderno se refiere a una instalación diseñada y operada como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control ambiental lo suficientemente seguros como para garantizar la disposición final de los residuos sólidos en el suelo. Las actividades y obras de un relleno sanitario son ejecutadas bajo estrictas normas constructivas y ambientales, respondiendo a elevadas exigencias locales e internacionales (Jaramillo, 2002).

Características

Entre algunas de características principales para un relleno sanitario tenemos:

- Impermeabilización de fondo de celdas con geomembrana de polietileno y sistema de doble soldadura.

- Pavimentación de la red vial de circulación principal interior del centro de disposición, a fin de asegurar la transitabilidad de los equipos bajo cualquier condición climática.
- Sistema de evacuación de gases, reforzado en términos de cantidad de tubos por unidad de superficie.
- Red de monitoreo de aguas superficiales y subterráneas, compuesta por estaciones de muestreo y pozos a los acuíferos.
- Control de pesaje empleando computadoras y programas especiales de alta eficacia.
- Colección y manejo de líquidos lixiviados generados en el relleno sanitario.
- Edificios e instalaciones construidas para ubicar balanzas, laboratorios y oficinas, bodegas, etc.
- Sitio de compostaje y/ o proyectos de recuperación de residuos.

Se incluye también un programa de información pública que explique cuáles son los beneficios y desventajas de la implantación del relleno. El apoyo del público es una de las metas que debe procurar cualquier administración local que esté interesada en construir esta obra de saneamiento básico puesto que, sin este apoyo, es muy probable que la misma no pueda llevarse a la práctica (Jaramillo, 2002).

2.6.1 Clasificación de los residuos

Los materiales que depositamos en las papeleras o en el cubo de la basura al cabo de un día completo o que llegan a un vertedero no son iguales. Los residuos se pueden clasificar en cinco categorías:

Domésticos.- Lo que hay en el cubo de basura de cas como, cáscaras de naranja, espinas del pescado, huesos, envases vacíos de cartón, metal o vidrio, papel usad, debidamente clasificado.

Comerciales.- Se refiere a los residuos de las tiendas y mercados, es decir, todos los comercios generan residuos. Algunos en gran cantidad, por lo que deben deshacerse de ellos de manera que no contaminen.

Agrícolas y forestales.- Son residuos de este tipo los restos de las cosechas o las ramas de los árboles que quedan tras la poda o la tala.

Ganaderos.- Son residuos procedentes de animales, como el estiércol que se producen en las granjas.

Industriales.- En las industrias se generan cenizas, gases tóxicos, sustancias químicas de desecho, cartón, plásticos, vidrio, madera o escombros. Cada industria crea un tipo de residuos; pero, para no contaminar el suelo, el agua o el aire, es aconsejable que generen la menor cantidad posible.

La recogida y eliminación de los desechos resulta costosa; pero es muy importante deshacernos correctamente de los residuos, tanto para no dañar nuestra salud como para conservar el medio ambiente. En regiones pobres del planeta, la acumulación de basura fomenta la aparición de ratas u otros animales que pueden transmitir enfermedades graves a las personas. Es muy importante que separemos los diferentes residuos para eliminarlos eficazmente. El papel, el cartón y el vidrio, así como los envases de plástico y metal, pueden llevarse hasta plantas de reciclaje, donde se aprovechan para fabricar nuevos productos. Otros desechos, como la basura orgánica, no se reciclan, sino que se depositan en vertederos o se llevan a una planta incineradora, donde se queman. Otras veces los residuos se reaprovechan en su entorno; es el caso de los tallos y las ramas empleados como combustible, o el estiércol que se usa para abonar los campos de cultivos (Enciclopedia Encarta, 2009).

2.6.2 Aprovechamiento de los residuos sólidos

El relleno sanitario constituye el eslabón que cierra el circuito del manejo adecuado de los residuos sólidos municipales, y sincroniza los servicios de aseo público como la limpieza y barrido de vías y áreas públicas, la recolección y el transporte de los mismos. Sin embargo, un sistema de gestión integral de RSU, no solo está constituido por los elementos antes atados, sino también por un conjunto de proyectos complementarios. La clave es evitar que vayan al vertedero los residuos que pueden aprovecharse. Por lo tanto, una buena gestión de los residuos sólidos destina cada residuo a su respectivo tratamiento, es decir, los materiales inorgánicos reciclables al reciclaje, los materiales orgánicos al compostaje, y el resto al relleno sanitario. De esta forma aumentará la vida útil del relleno sanitario y disminuirá la emisión de gases de efecto invernadero (como el metano) producto de la descomposición anaerobia de los residuos orgánicos (Jaramillo, 2002).

Reciclaje

El reciclaje es la actividad de recuperar los desechos sólidos al fin de reintegrarlos al ciclo económico, reutilizándolos o aprovechándolos como materia prima para nuevos productos, con lo que podemos lograr varios beneficios económicos, ecológicos y sociales. Nada es basura hasta que se le convierte en tal. La expulsión de los materiales del circuito productivo, es lo que convierte a los objetos en desechables. El reciclaje es la primera elección para tratar y resolver el problema de los desechos.

Los materiales que se recolectan comúnmente son: papel y cartón, envases de vidrio, latas de aluminio y de acero, y ciertos tipos de plásticos. Los generadores de residuos sólidos pueden participar en el reciclaje separando los materiales antes de que éstos se mezclen con los residuos. Mientras más cerca se esté a la fuente de generación del desecho, el subproducto será de mejor calidad y más limpio. En este caso los subproductos (o materiales reciclables) se mantienen separados mediante diversos recipientes, bien en casa o en el lugar de trabajo.

La separación en la fuente ofrece ventajas porque reduce los costos del procesamiento posterior por recuperación de los materiales, y produce material de mayor calidad (menos contaminado) que el de una planta de recuperación de materiales. Los materiales que se separan en la fuente pueden recogerse ya sea por recolección diferenciada en las aceras o por entrega por parte de los propietarios en centros locales de acopio y compra. Los programas de recolección diferenciada en las aceras por lo general reciben un mejor apoyo del público que los programas de depósito o compra (Jaramillo, 2002).

Compost

El compostaje es otro elemento importante del manejo integral de los desechos sólidos, y en particular en el sistema de disposición final. El compostaje debe realizarse de preferencia con residuos orgánicos, como resultado de la selección de mercados de abastecimiento, de la poda de jardinerías, de las industrias agroalimentarias, etc. Si se realiza el compostaje de residuos urbanos debe extremarse el cuidado en la eliminación de elementos no compostables especialmente plásticos y residuos especiales (tóxicos) (Jaramillo, 2002).

Ventajas

Entre las ventajas del compostaje podemos citar:

- Es posible reutilizar materia prima que sirve como mejorador de suelos.
- Su empleo mejora las propiedades químicas y biológicas de los suelos.
- Sirve para estabilizar terrenos afectados por la erosión.
- Hace más sueltos y porosos los terrenos compactos y enmienda los arenosos.
- Hace que el suelo retenga más agua.
- Se ahorra espacio en un relleno sanitario y la vida útil de un relleno sanitario se prolonga.
- Se puede utilizar para el desarrollo de la horticultura, dentro del área del relleno sanitario.
- Ahorra abonos químicos (los retiene y evita que se pierdan suelo abajo).

Un buen manejo de los residuos sólidos consiste en no mezclar indiscriminadamente la basura que se produce. El reto es convencer, instruir y facilitar el hábito de separar "in situ" (o en la fuente) los residuos de manera que puedan convertirse en nueva materia prima, para ser reutilizada o reciclada. La mejor manera de enfrentar este problema es "dando prioridad a las acciones de prevención e impulsando una cultura de integración y reutilización de los residuos en los procesos productivos".

El Manejo Integrado de Desechos Sólidos es la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas de manejo adecuados para alcanzar metas y objetivos específicos en el manejo de desechos. Cuando todos los elementos funcionales han sido evaluados para su uso, y todas las conexiones e interfaces entre los mismos han sido comparadas para incrementar su eficiencia y economía, entonces la comunidad ha empezado a desarrollar un Sistema Integrado de Manejo de Desechos Sólidos (Jaramillo, 2002).

2.6.3 Rehabilitación de áreas utilizadas como rellenos sanitarios

España, es una de las experiencias europeas más asimilables a la realidad y más cercanas al conocimiento de estos autores, por la participación en ellas y por los convenios de cooperación establecidos. Los diferentes avances obtenidos en materia de reinscripción de áreas impactadas por antiguos vertederos, se han llevado a cabo a partir de iniciativas realizadas por las diversas Comunidades Autónomas, las que se insertan dentro de programas de carácter nacional y compromisos derivados de normativas de la Unión Europea. Holanda, es una de las más interesantes experiencias recientes, en el Plan Maestro para reinsertar vertederos abandonados. En el país, se ha definido como un importante impacto en el ambiente la presencia de aproximadamente 4000 sitios identificados inicialmente como vertederos abandonados, algunos de los cuales han contaminado el suelo y el agua superficial, entre otros efectos, siendo la magnitud del impacto aún desconocida. Estados Unidos existe una tendencia a que los propietarios de los rellenos sanitarios tengan la obligación de preservar la integridad del sellado por

un período de al menos 30 años con posterioridad al cierre, esto se aplica al sector público y al sector privado.

Con relación a las opciones de uso futuro de un relleno sanitario, se plantean principalmente tres tipos de alternativas: agrícola, recreacional y comercial.

- El empleo en terrenos agrícolas es el de uso posterior más frecuente, ya que no requiere mayores planificaciones durante el diseño y la operación, ni tampoco grandes inversiones en la etapa posterior al cierre. Esto se ha facilitado al sembrar especies que no requieren que la cobertura final de suelo tenga un gran espesor para servir como soporte a la cubierta vegetal. Las referencias, no son suficientemente explícitas en cuanto a niveles de toxicidad y riesgos sanitarios de esta alternativa, lo que genera una línea de investigación que seguramente será abordada a la brevedad.
- El uso como terreno recreacional constituye una de las aplicaciones más extendidas debido a que su costo relativo no es alto y al igual que en el empleo agrícola no se requieren mayores cambios de la topografía del terreno. Existen numerosas aplicaciones como parques, áreas deportivas, campos de golf u otros Wallace y Urlich (1995).
- Por otra parte, existen numerosas experiencias de construcciones o usos comerciales sobre antiguos rellenos como construcciones de estacionamientos, calles, tramos de carreteras, edificaciones livianas, galpones, entre otros (Espinace, 1993).

La principal prohibición aún cuando existen algunos casos, es la construcción de viviendas o establecimientos de uso masivo como colegios (Copiapó, 1992).

2.6.4 Prácticas inadecuadas de disposición final de residuos sólidos

Son inaceptables como prácticas de disposición final de residuos sólidos:

- La descarga de basura en los cursos de agua, quebradas y lagos.
- La descarga y abandono de basura en terrenos baldíos y botaderos a cielo abierto.
- La quema de basura al aire libre.
- El uso de la basura como alimento para animales domésticos.

Los riesgos asociados a estas formas de disposición final son:

- Desequilibrio ecológico en los cursos de agua, lagos o mares, debido sobre todo al aumento excesivo de nutrientes y carga orgánica en el agua.
- Problemas de salud pública a causa de la proliferación de insectos y roedores transmisores de múltiples enfermedades, así como de los humos que se producen por las continuas quemadas, los que contribuyen al deterioro estético de las ciudades y del paisaje natural.
- Alto riesgo para la salud humana, debido a alimentación de animales con desechos crudos, a menos que exista un estricto control sanitario (Jaramillo, 2002).

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales y equipos

- GPS
- Mapas
- Registros climáticos obtenidos de la Estación Meteorológica Otavalo
- Fotografías aéreas
- Computador
- Materiales de oficina
- Cámara fotográfica
- Cartas topográficas
- Encuestas
- Entrevistas

3.1.1 Equipos de oficina

- Computador
- Impresora
- Papel
- Libreta de apuntes

3.2 Métodos

3.2.1 Localización del área de estudio

El área del proyecto del relleno sanitario está ubicada en la quebrada Sinshiuco, en el flanco noroeste de la loma Inda loma, aproximadamente a 1,4 km al oeste de la comunidad de Carabuela, y a unos 0,6 km al suroeste del barrio La Capilla de la misma comunidad. Se encuentra dentro de la jurisdicción de la parroquia San Juan de Ilumán, cantón Otavalo, provincia de Imbabura.

La micro cuenca donde se ubica el relleno sanitario se encuentra entre las coordenadas:

78° 15' 15" de longitud Occidental

00° 16' 1" de latitud Norte

2650msnm de altitud.

El proyecto se desarrolló en un área de propiedad del Gobierno Municipal de Otavalo, cuya superficie aproximadamente es de 32,73 ha de las cuales 9,67 ha están ocupadas por el relleno.

El área fue adquirida previamente por el Municipio con el propósito expreso de ser destinada al desarrollo del proyecto del relleno sanitario. En sus costados suroccidental, suroriental y nororiental, el área está circundada por terrenos principalmente agrícolas, en tanto que hacia el costado noroccidental están presentes zonas con incipiente forestación.

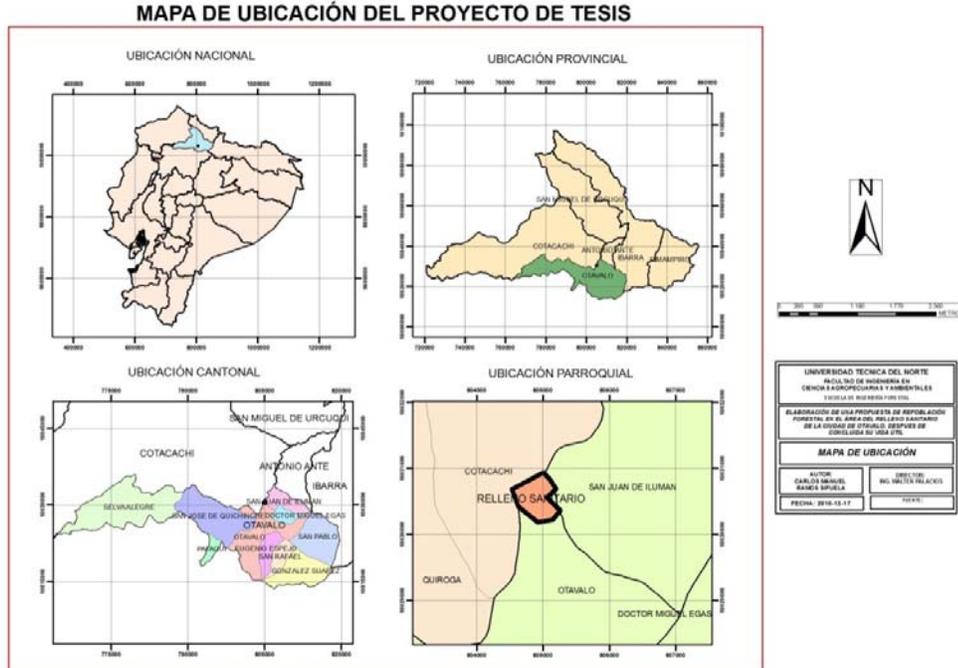


Figura 1. Mapa de ubicación del proyecto.

3.2.2 Metodología

- Para la identificación del área de estudio se realizó como primera actividad la socialización con cada una de las comunidades vecinas al proyecto y con los trabajadores del relleno.
- Para identificar la situación socio-económica de la parroquia se realizó, entrevistas, encuestas, visitas al campo, registros existentes en el Municipio y de otras Instituciones que realizaron estudios similares.
- Se dio a conocer la metodología a aplicar y la propuesta de repoblación forestal, las necesidades de la población y las posibles especies forestales y arbustivas a utilizar en el proyecto.

3.3 Caracterización del medio físico

El área del relleno está ubicada en los declives finales del flanco occidental del complejo volcánico Imbabura.

La quebrada Sinshiuco es el elemento único de una micro cuenca contenida prácticamente en su totalidad dentro del área destinada al proyecto relleno sanitario. La quebrada recorre unos 300 metros desde su nacimiento hasta el límite del área, con una diferencia de nivel que va desde la cota 2540 hasta la 2470. Ya fuera del área, recorre unos 300 metros más, hasta su unión con el río Ambi, ubicado en la cota 2380 (Hillebrandt, 1991).

3.3.1 Recurso Hídrico.

Caudales

La quebrada Sinshiuco es seca, no dispone de caudal permanente, y actúa como un recolector de aguas de escorrentía en precipitaciones intensas, siendo su cuenca de captación muy local, restringida al entorno inmediato de la misma quebrada.

La quebrada Sinshiuco desemboca en el río Ambi, el cual se forma de la confluencia de los ríos El Tejar y Machángara, que atraviesan la ciudad de Otavalo, con el río Blanco. El río Ambi, ubicado en la cota 2380, corre en dirección noreste, hasta incorporarse posteriormente al río Mira.

El principal cuerpo de agua relacionado con el área del proyecto es el río Ambi, que pasa por la zona luego de haber recolectado los desechos líquidos urbanos de Otavalo y de las áreas vecinas, que incluyen efluentes de plantaciones de flores en la parroquia Quichinche y comunidades Azama y Perugachi.

La calidad del agua del río Ambi, puede apreciarse en los resultados del análisis del laboratorio (INERHI, 1992)

Tabla 1. Muestra de agua del río Ambi

N°	Parámetro	Unidades	Valor Límite Posible	Método de Análisis		Valor Obtenido
				Método	Número EPA	
1	pH		8.5	PEE/LAGIN 01		7,98
2	Conductividad Eléctrica	μS/cm	<170	Laboratorio	2510B	716,00
3	Color	Un, Pt-Co	15	Pt-Co	2120	14
4	Sólidos disueltos totales	mg/l	1000,00	Secados 180°	2540	375
5	Manganeso	mg/l	0,10	Persulfato	3500 Mn D	<0,1
6	Hierro	mg/l	0,50	Fenantrolina	3500 Fe D	0,6
7	Calcio	mg/l	-	Titulométrico EDTA	3500 Ca D	60
8	Magnesio	mg/l	-	Titulométrico EDTA	3500 Mg D	24
9	Sulfatos	mg/l	400	Turbidimétrico	4500 SO42 E	2
10	Nitratos	mg/l	10	Reducción de Cd	4500 NO3 E	<0,01
11	Nitritos	mg/l	0,10	Colorimétrico	4500 NO2 E	0,011
12	Dureza Total	mg/l	500	Titulométrico EDTA	2340C	250
13	Turbidez	NTU	1	Nefelométrico	2130B	1
14	Cloruros	mg/l	250	Argentométrico	4500Cl B	21,24

Otro cuerpo de agua presente en la zona es la acequia denominada La Victoria, que corre paralela al río Ambi, en la cota 2440 y tiene una longitud de 18.5 km. Esta acequia atraviesa perpendicularmente a la quebrada Sinshiuco mediante un canal elevado de concreto, a una altura de 7 metros sobre el fondo del cauce de la quebrada, por lo que no existe la posibilidad de contacto físico con efluentes del

relleno, en el caso de que se generasen. La calidad de agua de la acequia La victoria se puede apreciar en los resultados del laboratorio (INERHI, 1992)

Tabla 2. Muestra de agua de la acequia Victoria

N°	Parámetro	Unidades	Valor Límite Posible	Método de Análisis		Valor Obtenido
				Método	Número EPA	
1	pH		8.5	PEE/LAGIN 01		7,84
2	Conductividad Eléctrica	µS/cm	<170	Laboratorio	2510B	494,00
3	Color	Un, Pt-Co	15	Pt-Co	2120	12
4	Sólidos disueltos totales	mg/l	1000,00	Secados 180°	2540	261
5	Manganeso	mg/l	0,10	Persulfato	3500 Mn D	<0,1
6	Hierro	mg/l	0,50	Fenantrolina	3500 Fe D	1,86
7	Calcio	mg/l	-	Titulométrico EDTA	3500 Ca D	30
8	Magnesio	mg/l	-	Titulométrico EDTA	3500 Mg D	21,6
9	Sulfatos	mg/l	400	Turbidimétrico	4500 SO42 E	8
10	Nitratos	mg/l	10	Reducción de Cd	4500 NO3 E	<0,01
11	Nitritos	mg/l	0,10	Colorimétrico	4500 NO2 E	0,008
12	Dureza Total	mg/l	500	Titulométrico EDTA	2340C	165
13	Turbidez	NTU	1	Nefelométrico	2130B	3
14	Cloruros	mg/l	250	Argentométrico	4500Cl B	28,32

Las áreas de recarga estarían ubicadas en los flancos del complejo volcánico Imbabura, a cotas de entre 2800 a 3100 msnm, altitudes similares a las que se recargan las aguas subterráneas que alimentan al lago San Pablo. Por esta razón, no existen afloramientos de aguas subterráneas en el área del proyecto ni a lo largo de la quebrada Sinshiuco, lo cual constituye una ventaja para el proyecto de relleno sanitario, ya que no se producirá interacción de aguas de origen subterráneo ni con el relleno en sí ni tampoco con otras obras civiles que formen parte del relleno sanitario (Villalba, 1995).

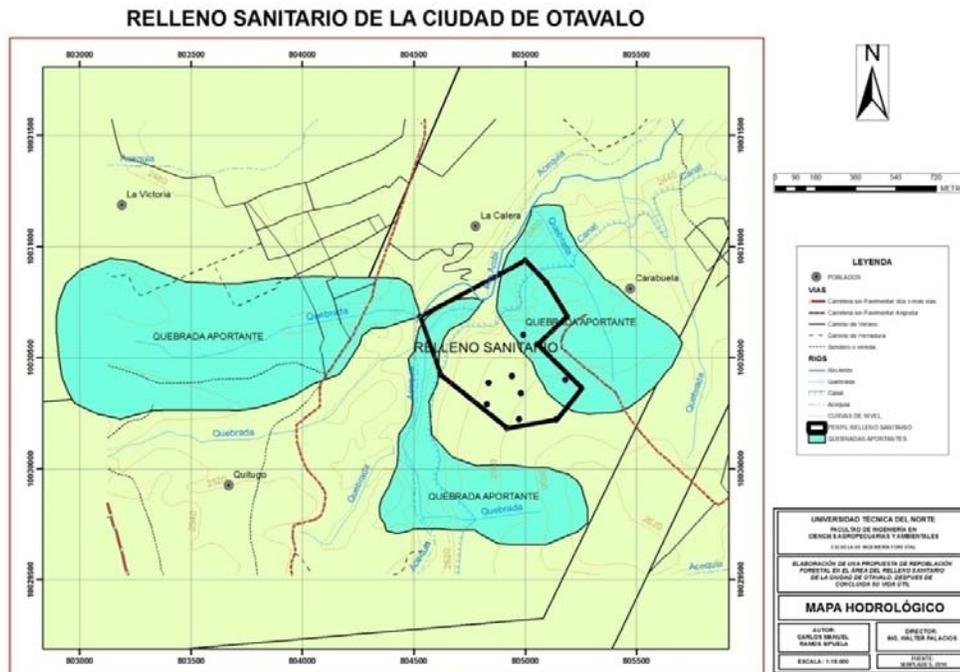


Figura 2. Mapa de recursos hídricos

3.3.2 Orografía

La configuración topográfica del área del relleno es uno de los factores que determinan el riesgo erosivo, el aumento de la pendiente hace que aumente la velocidad del agua y con ello la capacidad de arrastre del suelo, exponiéndose también a la erosión por la actividad eólica.

Considerada a nivel de toda la zona de la comunidad de Carabuela, el proceso erosivo del suelo está ligado fundamentalmente al uso agrícola de la tierra, en terrenos con pendientes inferiores al 10%. La erosión natural evoluciona lentamente y sus manifestaciones son localizadas, por lo que, comparativamente con otras regiones del país, la erosión puede ser considerada como poco significativa. El proceso erosivo se ha producido por escurrimiento lineal concentrado sobre la vertiente, manifestándose de forma espectacular. A la generación de la morfología contribuyen los movimientos en masa de tamaño pequeño, particularmente de tipo deslizamientos y desplomes, resultantes de escurrimiento lineal a lo largo de bloques, paralelamente a los bordes de la depresión con desarrollo de zanjas, torrenteras y barrancos que es visible, con mayor o menor intensidad, en las quebradas vecinas del área, particularmente aquellas que drenan hacia el río Ambi (Hall, 1994).

La pendiente se determinó analizando e identificando el perfil y topografía de la capa vectorial a escala 1: 250.000 por medio de la altura entre las distintas cotas culminando con la elaboración del mapa de pendientes en donde se hace constar la simbología utilizada por el Mag-Odeplan-ExSigagro.

Al caracterizar los rangos de pendientes así como la morfología del terreno se determinó:

Ligeramente ondulado (5-12 %).- En este tipo de pendientes se puede realizar cultivos pero con técnicas apropiadas de manejo del suelo.

Moderadamente ondulado (12-25 %).- Esta parte está asentada la Guardianía, Centro administrativos, Estacionamiento, etc.

Colinado (25-50 %).- Comprende la parte inferior del relleno.

Escarpado (50-70 %).- constituye una extensión considerable en donde lo único que se recomienda realizar son prácticas de protección y conservación.

altura. Se puede destacar la escasa flora en el área de influencia, limitada sobre todo a las prominencias que rodean al sitio de intervención, y que se caracteriza por presentar una vegetación con especies particulares de suelos arenosos y secos esparcida en forma irregular, separada por grandes parches de tierra erosionada desprovista de cubierta vegetal. Se encuentra vegetación solamente dentro del cause de la micro cuenca siendo la mayor parte Quicuyo, vegetación xerofílica matorral y monte espinoso.

3.3.4 Suelos

La topografía de la micro cuenca es el resultado de la actividad volcánica, de la actividad glacial, de actividad fluvial y de los agentes meteóricos. La zona se halla cubierta por tobas volcánicas y cenizas, conocidas como cangahua de edad cuaternaria. Esta cangahua es de color café amarillento y a veces gris claro, se presenta muy compacta, regular y uniforme, excepto por delgadas capas de arenas y pómez. El espesor observado es de aproximadamente unos 60 metros.

A continuación se detallan las características de cada uno de los suelos que forman parte del proyecto y sitios de influencias. En base al Programa de Regionalización Agraria del Ministerio de Agricultura y Ganadería (Orston, 1980).

Conjunto de suelos C (Durustoll)

Régimen de humedad ústico, textura arenosa fina o limosa; horizonte argílico de 5 a 6cm de espesor, arcillo arenoso de color muy negro que los horizontes superiores, ceniza arenosa a fina con menos de 35 % de piedra pómez mas gruesa que 2mm, cangahua sin meteorización y una transición abrupta con pH de 6.5 a 7.

Conjunto de suelos D (Dystrandeps, Cryandeps)

Pertenecen a la Sierra volcánica alta con relieves fuertemente ondulados, en la

Sierra occidental presentan pendientes mayores al 50 % y se ubican entre los 3200 a 4000msnm en el área de estudio.

Conjunto de suelos H (Hapludolls, Haplustolls)

Suelos negros profundos, francos a arenosos, derivados de materiales piroclásticos, con menos del 30% de arcilla en el primer metro de profundidad y con una saturación de bases mayor al 50 %, se ubica entre los 2200 a 2600 msnm dentro del área del relleno sanitario (Orston, 1980).

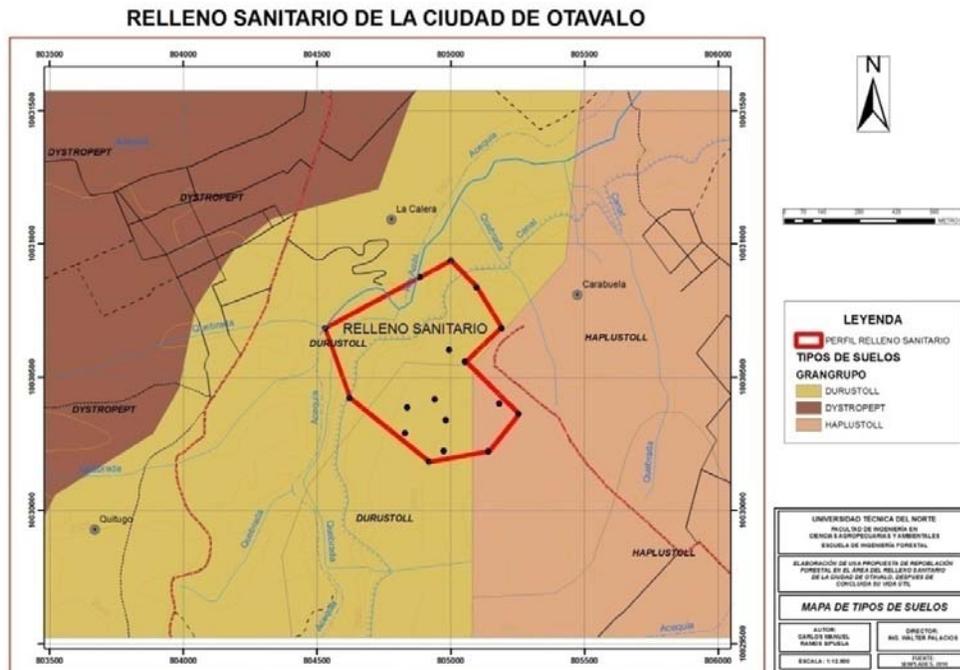


Figura 4. Mapa de tipos de suelos.

3.3.5 Zonificación del área para forestación y reforestación

De acuerdo con el Mapa Bioclimático del Ecuador las condiciones climáticas de este tipo de áreas son favorables para la agricultura y la ganadería y en las cuales se reconocen cultivos de maíz, morocho, papas, habas, chochos, fréjol, quinua e incluso árboles frutales, en su mayoría son huertos cuya producción sirve para el

autoconsumo de la familia, el mínimo porcentaje es para la comercialización, y con ello a la crianza de ganado vacuno, ovino y corrales de aves (Gobierno Municipal Otavalo, 2002).

La presencia de la actividad humana y la erosión causada por factores ambientales y el tipo de suelos indica la necesidad de forestar y reforestar las zonas aledañas al sitio del relleno sanitario. Como se trata de combinar especies arbóreas y arbustivas para crear un bosque protector-productor se citan algunas especies arbóreas y arbustivas que se podrían utilizar en el proyecto.

Tabla 3. Especies arbóreas que se puede utilizar en forestación y reforestación en zonas aledañas del relleno sanitario.

Nombre Vulgar	Nombre Científico
Nogal	<i>Juglans neotropica</i>
Guaranguillo	<i>Mimosa quitensis</i>
Chinchin	<i>Cassia tomentosa</i>
Guaba	<i>Inga sp.</i>
Encino	<i>Weinmania descendens</i>
Cedro	<i>Cedrela montana</i>
Arrayán	<i>Eugenia sp.</i>
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>
Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i>
Capulí	<i>Prunus serotina</i>
Colca	<i>Miconia sp.</i>
Colca	<i>Tibouchina sp.</i>
Ciprés	<i>Cupressus macrocarpus</i>
Responsable : Autor	

Tabla 4. Especies arbustivas que se puede utilizar en forestación y reforestación en zonas aledañas del relleno sanitario

Nombre Vulgar	Nombre Científico
Achupalla	<i>Puya sp.</i>
Sauco	<i>Cestrum sp.</i>
Arupo	<i>Chloanthus pubescens</i>
Mataperro	<i>Solanum marginatum</i>
Chilco	<i>Baccharis polyantha</i>
Lechero	<i>Euphorbia laurifolia</i>
Floripondio	<i>Datura metal</i>
Guantung	<i>Datura sanguinea</i>
Tilo	<i>Tilia cordata Mill</i>
Responsable: autor.	

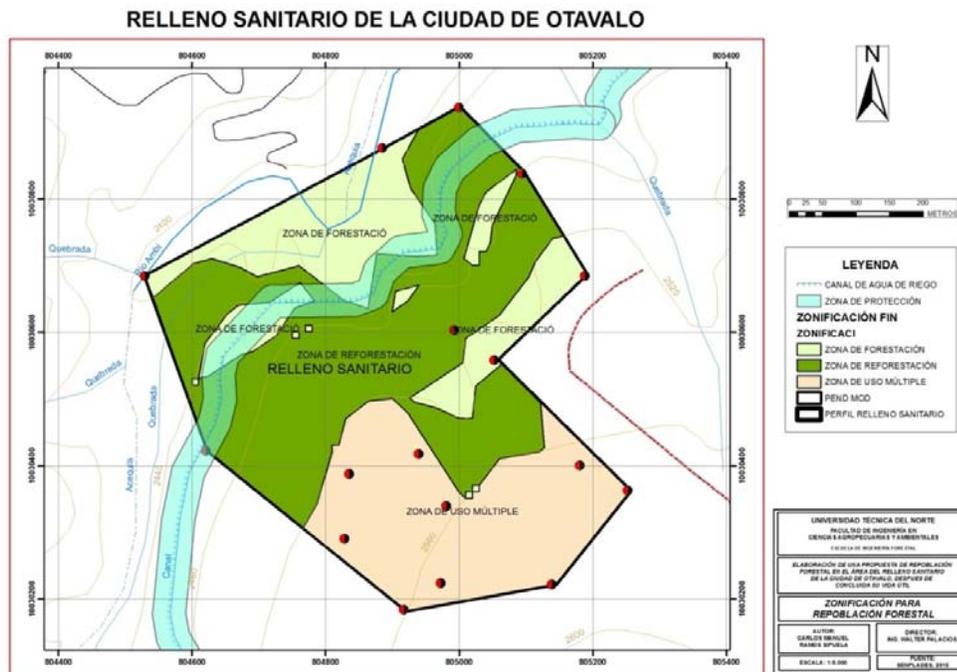


Figura 5. Mapa de zonificación para forestación y reforestación.

3.3.6 Climatología

Tratándose de una micro cuenca se puede definir un solo clima caracterizado por la variada influencia de sus alrededores, de los factores del clima y de los elementos climáticos (INAMHI, 1962).

3.3.6.1 Factores del clima

El factor más importante es la altitud geográfica que influye prácticamente en la magnitud de todos los elementos climáticos.

La longitud geográfica influye regionalmente determinando el régimen Sierra.

La latitud geográfica que determina la zona del trópico con un clima constante a lo largo de todo el año.

La orientación geográfica influye en el régimen.

Los accidentes geográficos como las barreras montañosas y el efecto valle son modificadores también del clima (INAMHI, 1962).

3.3.6.2 Régimen climático.

El régimen climático es occidental pero modificado por la orografía de la sierra, la influencia de las dos cordilleras y las hoyas o valles del Mira y Chota. Los histogramas son bimodales con dos estaciones invernales y dos estaciones secas.

Los meses secos son junio, julio, agosto, septiembre y enero. Diciembre es un mes de transición.

3.3.6.3 Clasificación climática

El clima es “templado-SUBHUMEDO” otro tipo de clasificación es “Ecuatorial-mesotérmico-semihúmedo con 2 estaciones húmedas y 2 estaciones secas ya que tiene un déficit hídrico de 55mm, con 8 meses secos con una humedad atmosférica relativa de 77 % con una insolación 1888 horas al año, con una temperatura media de 14,8 °C y una precipitación media anual de 756mm.

3.3.6.4 Piso ecológico

Con una relación EVAPOTRANSPIRACION/LLUVIA de $1500/756 = 1,98$ el piso ecológico correspondiente es “Bosque seco” MONTANO BAJO.

Este piso corresponde muy bien con el tipo de vegetación encontrada y en general con el tipo de vida existente (Cañadas, 1983).

3.3.7 Calidad del Aire.

La calidad del aire puede ser considerada como buena, puesto que no existen al momento fuentes significativas de emisión de contaminantes atmosféricos ni bajo la forma de gases ni bajo la de material particulado. El régimen de vientos existente en la zona favorece una dispersión atmosférica eficaz de cualquier contaminante que pudiera generarse, y posibilita su alejamiento de los centros poblados cercanos al área del proyecto. El nivel de ruido de la zona es el característico de una zona rural, carente de fuentes de ruido importantes y definidas.

3.4 Caracterización del medio biótico

El área se encuentra físicamente aislada de zonas de vida representativas como son la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas, particularmente la laguna de Cuicocha y el Volcán Imbabura, todo ese complejo biótico contribuye significativamente con múltiples especies de flora y fauna que aportan con la designación al Ecuador como uno de los 17 países megadiversos del planeta y sobre las cuales el relleno sanitario no ejerce influencia alguna.

3.4.1 Fauna

Para realizar la evaluación biótica del área del relleno, se ejecutó en primer término una fase de campo, en esta fase se establecieron cinco puntos de muestreo de observación. Se efectuó luego una fase de procesamiento de la Información

para análisis, tabulación, ordenamiento e interpretación de los datos obtenidos en cada grupo faunístico.

Las metodologías utilizadas para la evaluación faunística, se basan en los estudios de Evaluaciones Ecológicas Rápidas (EER) Sobrevilla y Bath (1985), modificada para el relleno.

En el área de estudio la fauna es escasa debido a la poca cobertura vegetal del sitio. Los grupos faunísticos estudiados fueron aves, mamíferos, anfibios y reptiles.

3.4.1.1 Aves.

La evaluación de las poblaciones de aves en el sitio, se realizó mediante las metodologías sugeridas para inventarios, detalladas en Suárez y Mena (1994), y comprenden observaciones visuales directas en cinco puntos de observación.

Para la identificación se utilizó la guía de aves del Ecuador Continental (Ridgely, 2001).

Para la clasificación taxonómica y su nomenclatura en español, se utilizó las referencias sistemáticas de (Ridgely, 1998). Para obtener los valores de diversidad en porcentajes, se comparó el número total de aves para el Ecuador Continental y el número de aves registradas en el presente estudio. Para la ubicación de especies en peligro de extinción o endémicas, se han tomado los criterios del libro Rojo Aves del Ecuador (Granizo, 2002).

3.4.1.2 Mamíferos

Para mamíferos se siguieron los protocolos sugeridos por (Albuja, 2000) en cuanto a los registros visuales (huellas, fecas, madrigueras, etc) de la presencia de mamíferos. Para ello, se efectuaron recorridos de observación directa de cualquier rastro de la presencia de este grupo de animales. Complementariamente se realizaron entrevistas a los pobladores que habitan las zonas de estudio. Esta actividad tuvo la finalidad de completar e identificar ciertas especies no

registradas durante el trabajo de campo, y conocer el uso e importancia de las mismas.

Se utilizaron libros especializados con láminas a color de Emmons y Feer (1999), (Tirira, 1999) y (Einseberg, 1989), que facilitaron la identificación de las especies.

3.4.1.3 Anfibios y reptiles

Para la evaluación de anfibios y reptiles en los puntos de observación, se utilizó la metodología de muestreo de reconocimiento sistemático Jaeger & Inger (1994)

Para la clasificación taxonómica y su nomenclatura en español, se utilizó las referencias sistemáticas de Coloma & Quiguango (2000) y (Armendáriz, 1991).

Para obtener los valores de diversidad en porcentajes, se compararon el número total de anfibios y reptiles para el Ecuador Continental y el número de especies registradas en el estudio.

3.5 Caracterización de medio socioeconómico

Otavalo y sus alrededores han crecido explosivamente en la última década, ocupando en la actualidad casi el 80% del suelo dentro de los límites urbanos. El crecimiento ha sido tanto horizontal como vertical, consolidándose alrededor del casco central. La superficie total del cantón es de 507,47 km², con 82,10 km² en el área urbana y 453,37 km² de superficie para el sector rural (Gobierno Municipal de Otavalo, 2001).

3.5.1 Población por sexo

El comportamiento de las variables demográficas del último censo del INEC 2001 determinó que el 48,1% de la población total del cantón Otavalo son hombres y el 51,9% mujeres, en términos absolutos la población cantonal está constituida por 43368 hombres y 46820 mujeres.

Este comportamiento se explica por el alto porcentaje de población masculina que emigra en forma temporal o definitiva a otros países e incluso a otros lugares del país (Gobierno Municipal de Otavalo, 2001).

3.5.2 Población económicamente activa (PEA)

Según el INEC la población total para el año 2001 asciende a 90188 personas, la población masculina representa el 48,1 % es decir 43820 personas, la población femenina alcanza el 51,9% es decir 46820 personas, la población económicamente activa está constituida por el 37,4% es decir 33730 trabajadores.

La ciudad de Otavalo y en general todo el cantón, se caracteriza por un desarrollo económico basado en el comercio formal e informal. Además que prevalecen las actividades económicas tales como la industria textil, agricultura y ganadería. (Gobierno Municipal de Otavalo, 2001).

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Recursos hídricos

No existen afloramientos de aguas subterráneas en el área del proyecto ni a lo largo de la quebrada Sinshiuco, lo cual constituye una ventaja para el relleno sanitario, ya que no se producirá interacción de aguas de origen subterráneo ni con el relleno en sí ni tampoco con otras obras civiles que formen parte del relleno.

4.2 Orografía

El relieve es poco fuerte con un tiempo de concentración de 13 min. Este es el tiempo que demora en llegar al sitio la última gota de agua más alejada de la micro cuenca.

4.3 Vegetación y flora

4.3.1 Especies vegetales características del sitio

La flora está representada por vegetación natural que ya fue alterada, quedando pocas especies representativas y pequeños vestigios de especies vegetales originarias como árboles y arbustos, entre los que citamos en la siguiente tabla.

Tabla 5. Especies vegetales características del sitio

Familia	Nombre científico	Nombre común
SCROPHULARIACEAE	<i>Calceolaria hyssoPHYfolia</i>	Zapatito
POACEAE	<i>Cortaderia nitida</i>	Sigse
ROSACEAE	<i>Lachemilla hirta</i>	Manzanitas
BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso
CORIARIACEAE	<i>Coriaria ruscifolia</i>	Shanshi
ASTERACEAE	<i>Bidens pilosa</i>	Nachag
ASTERACEAE	<i>Baccharis prunifolia</i>	
ASTERACEAE	<i>B. Buxifolia</i>	
LAMIACEAE	<i>Stachys elliptica</i>	Tipo
LAMIACEAE	<i>Stachys lamioides</i>	Salvia
PORTULACACEAE	<i>Portulaca oleracea</i>	Jaboncillo
RUBIACEAE	<i>Arcytophyllum aristatum</i>	Nigua
BORAGINACEAE	<i>Cordia rusbyi</i>	
EUPHORBIACEAE	<i>Crotón wagneri</i>	
MELASTOMACEAE	<i>Miconía creoceae</i>	
VERBENACEAE	<i>Lantana rugulosa</i>	
Responsable: Autor.		

4.3.2 Estatus de conservación

De acuerdo al Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador (Valencia, 2000) ninguna de las plantas del sitio se encuentran en problemas de conservación.

4.4 FAUNA

4.4.1 Aves

4.4.1.1 Especies de aves características del sitio

Se registraron un total de 7 especies de aves, pertenecientes a 5 familias. Este número de especies representa el 0,4% del total de aves registrado para el Ecuador continental. Al estar el área conformada por vegetación alterada, las interacciones ecológicas en las que intervienen las aves se han modificado, originado una avifauna de ambientes alterados.

Tabla 6. Especies de aves características del sitio.

Familia	Nombre científico	Nombre común
THRAUPIDAE	<i>Diglossa humeralis</i>	pinchaflor negro
THRAUPIDAE	<i>Diglossa cyanea</i>	pinchaflor enmascarado
EMBERIZIDAE	<i>Zonotricha capensis</i>	chingolo
TURDIDAE	<i>Turdus fuscater</i>	mirlo grande
TURDIDAE	<i>Turdus serranus</i>	mirlo negribrillosos
COLUMBIDAE	<i>Zenaida auriculata</i>	tórtola orejuda
TROCHILIDAE	<i>Colibri coruscan</i>	colobri orejivioleta ventriazul
Responsable: Biólogo Bustillos Marcelo		

4.4.1.2 Estatus de conservación

De acuerdo al Libro Rojo de las Aves del Ecuador (Granizo, 2002), ninguna de las aves registradas se encuentran en problemas de conservación.

4.4.2 Mamíferos

4.4.2.1 Especies de mamíferos característicos del sitio

Se registraron un total de 3 especies de mamíferos, pertenecientes a 1 familia. Éste número de especies representa el 0,9% del total de especies registrado para el

Ecuador continental. En la siguiente tabla se presentan los mamíferos identificados.

Tabla 7. Especies de mamíferos características del sitio

Orden	Nombre científico	Nombre común
Rodentia	<i>Akodon mollis</i>	ratón de páramo
Rodentia	<i>Rattus rattus</i>	rata negra
Rodentia	<i>Mus musculus</i>	ratón común
Responsable: Biólogo Bustillos Marcelo.		

4.4.2.2 Estatus de conservación

No se registraron especies catalogadas en algún apéndice de la IUCN, CITES o (Albuja, 2000)

4.4.3 Anfibios y reptiles

4.4.3.1 Especies de anfibios y reptiles característicos del sitio.

Se identificaron 2 especies para la zona alta del relleno, que representa el 0,2% en referencia al total de la herpetofauna del Ecuador. A continuación se detallan las especies registradas.

Tabla 8. Especies de anfibios y reptiles característicos del sitio

Familia	Nombre científico	Nombre común
TROPIDURIDAE	<i>Stenocercus guenteri</i>	Guacsa
TEIIDAE	<i>pholidobolus</i>	Lagartija minadora
Responsable: Biólogo Bustillos Marcelo		

4.4.3.2 Estatus de conservación

Ninguna de las especies registradas se encuentra en Libro Rojo de la UICN a nivel mundial Baillie y Grombridge.

4.5 Propuesta de repoblación forestal

A continuación se señalan los perfiles de proyectos tendientes a mejorar el paisaje y a recuperar el área del relleno a fin de entregarla una vez que éste haya cumplido su vida útil.

4.5.1 Perfiles de proyectos para el área de incidencia directa e indirecta.

- Establecimiento de quicuyo para cubrir las áreas rellenadas con residuos sólidos.
- Revegetación y manejo de la cobertura arbórea en los taludes naturales de las quebradas circundantes.
- Establecimiento de un bosque productor sobre las áreas rellenadas.
- Establecimiento de un bosque protector-productor.

A continuación se presentan tres perfiles de proyecto que apoyarán el manejo de los recursos naturales en las áreas de impacto directa e indirecta.

4.5.1.1 Establecimiento de quicuyo para cubrir las áreas rellenadas con residuos sólidos.

Descripción del problema

Al interior del área se generará un conjunto de celdas donde se van a depositar los residuos sólidos de manera diaria. Cuando se llegue a colmatar los conjuntos de celdas, éstas no pueden quedar sin una cobertura vegetal de protección, puesto que con la incidencia de la lluvia y el viento se pueden erosionar las últimas capas de

cobertura y dejar expuesta la basura a los agentes meteorizantes, con la consecuente presencia de roedores y otros elementos que pueden contaminar el sector y agudizar el problema del manejo de las áreas.

De la misma manera al quedar descubierta el área, el paisaje en su conjunto se vería alterado e incluso desmejorado, puesto que en la actualidad la erosión ha acabado con las tierras de cultivo aledañas, presentándose suelos desprovistos de vegetación, con afloramientos de cangahua.

Objetivo

Establecer una cobertura vegetal herbácea sobre las áreas rellenadas, para mejorar las características del área.

Descripción general del proyecto

De acuerdo con el objetivo descrito, se trata de cubrir con quicuyo todas las celdas que lleguen a su nivel máximo. Por su parte, los taludes laterales serán cubiertos con chamba de quicuyo, de manera paulatina y en la medida que se vayan incrementando en altura. Para darle mayor estabilidad al pastizal, aprovechar todo el material producido y evitar realizar cortes de saneamiento del pasto, se podrá en el futuro establecer un hato de ovinos, que se encarguen de consumir todo el forraje y producir ingresos que ayuden a financiar las operaciones futuras.

Características del cultivo

Nombre científico: *Pennisetum clandestinum* Hochts

Nombre vulgar: Quicuyo

Características del quicuyo

Adaptabilidad: Climas templados, soleados, cálidos, húmedos a semi - secos.
Gran adaptación a diferentes ambientes.

Características del quicuyo: Quicuyo perenne, muy denso, de textura media, de color verde claro y aspecto muy agradable. De crecimiento agresivo y cobertura dominante, evita el establecimiento de malezas. Es un quicuyo aguerrido que soporta el tránsito intenso animal o humano y tiene muy alta capacidad de recuperación en caso de deterioro.

- Tipos de suelo: arcillosos a arenosos. PH desde 5,5 a 8,5.
- Requerimiento de luminosidad: Medio a Alto.
- Agua para riego: Tolera diferentes tipos de agua en cuanto a calidad, hasta medianamente salinas.
- Tasa de crecimiento: Media a Alta, dependiendo de la fertilidad de las tierras.
- Altura del follaje: de 2 a 10 cm.
- Requerimientos de riego: Abundante en época cálida. Tolera sequías.
- Presencia de malezas: Es un césped muy competitivo con las malezas. Estas no son un problema.
- Enfermedades: Resistente a enfermedades.
- Reproducción: Por estolones. Es preferible hacerlo por planchas previamente multiplicadas en sitios diferentes a los de plantación definitiva.
- Pastoreo: Es un pasto muy utilizado con ganado ovino, ya que posee adecuada palatabilidad y contenido de nutrientes.

Procedimiento para el cultivo

Para la preparación de los bloques de quicuyo se debe aplicar el procedimiento siguiente:

- Los bloques de quicuyo deben ser adquiridos a los miembros de las comunidades del sector.
- Los bloques deben ser cortados de manera cuadrangular de 40 x 40 cm. y 10 cm. de espesor.

- Estos bloques recibidos en obra deben ser apilados en montones de un metro de alto y regados diariamente, para conservar la humedad.
- Una vez que se cuente con el material necesario, los bloques deben ser transportados al sitio definitivo de plantación.

Preparación del terreno y establecimiento del quicuyo

- Antes de la colocación de las chambas de quicuyo el terreno debe ser preparado.
- Antes de realizar los cortes para la formación de las celdas, deberá separar el suelo orgánico y apilarlo en un sitio diferente al de apilamiento del material de cobertura.
- Una vez conformados los taludes, el suelo orgánico almacenado deberá ser distribuido de manera uniforme en el campo.
- El suelo orgánico a colocarse en los taludes y techo de la celda que haya llegado a su máximo nivel, debe ser enriquecido con humus de lombriz, para mejorar la fertilidad de la tierra, a razón de 60 quintales por hectárea.
- En el sitio de establecimiento, los bloques de chamba de quicuyo deben ser colocados uno a continuación de otros, de tal manera de obtener un establecimiento uniforme. Solo en los casos donde no se haya conservado la relación del talud de relleno, podrán emplearse estacas para afianzar los bloques, con los que se evitará que el material pueda deslizarse.
- Una vez enraizadas las planchas de quicuyo, las estacas no tendrán ningún trabajo adicional.
- En época de invierno, no habrá problemas con la humedad. En el verano en cambio toda el área deberá ser regada, hasta conseguir el enraizamiento adecuado.

Manejo del quicuyo

En un principio y cuando la superficie del quicuyo sea pequeña, deberán hacerse cortes del quicuyo, con ello se trata de incentivar el crecimiento de las raíces y por ende su penetración y afianzamiento en el campo. Los cortes deben realizarse de manera mensual.

Posteriormente, cuando la superficie crezca en tamaño, se recomienda tener un pequeño hato de ovinos para que aprovechen el material producido y a través del pisoteo ayuden a que el área se vaya estabilizando.

Tabla 9. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	M	E	S	E	S
	1	2	3		
Preparación del suelo	x		x		
Preparación material vegetal	x		x		
Transporte del m. vegetal	x		x		
Plantación	x		x		x
Cuidados culturales	x		x		x

Tabla 10. Costo mano de obra

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Nº	COSTO MES \$	COSTO PARCIAL \$
Técnico (1)	Meses	3	600	1800
Trabajadores (5)	Meses	15	264	3960
			Subtotal	5760

Tabla 11. Costo material vegetal y herramientas

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Nº	COSTO UNITARIO \$	COSTO PARCIAL \$
Materia vegetal	ha	9	1000	9000
Palas	U	5	5	25
Barras	U	2	5	10
Escavadoras	U	3	5	15
Flexómetro	U	1	5	5
Carretillas	U	2	5	10
			Subtotal	9065

Tabla 12. Resumen de costos

COSTOS TOTALES	COSTOS PARCIALES \$
Mano de obra	5760
Material vegetal y herramientas	9065
TOTAL	14825

4.5.1.2 Revegetación y manejo de la cobertura arbórea en los taludes naturales de las quebradas circundantes

Descripción del problema

Las laderas de las dos quebradas que bordean el área de estudio cubren una superficie de 10 ha. Estas superficies, presentan condiciones de cobertura que no guarda relación con las condiciones existentes: las altas pendientes, los suelos

insipientemente desarrollados y la poca cobertura con vegetación natural, son elementos que están en condiciones naturales facilitando la presencia de erosión hídrica y eólica.

En la quebrada de barbecho y sin nombre se encuentran plantas herbáceas y relictos de plantas arbustivas, que no superan los dos metros de altura. Estos conjuntos de plantas no poseen la suficiente densidad para evitar la incidencia de la erosión hídrica que es la más visible en estas condiciones. La composición florística tampoco es diversa, son pocas las especies presentes, por lo que la fauna silvestre, en especial de aves, también es escasa.

Objetivos

- Mejorar la cobertura arbórea, arbustiva y herbácea existente en las laderas de las dos quebradas que bordean al predio.
- Disminuir los procesos de erosión que se presentan debido a las altas pendientes.

Descripción general del proyecto

Para el mejoramiento de la cobertura se ha previsto el establecimiento de un conjunto de plantaciones forestales asociadas a plantas arbustivas y herbáceas, de las cuales éstas últimas son abundantes, de tal manera de formar un bosque multiestratificado que prevenga la presencia de erosión hídrica y eólica.

La plantación se hará siguiendo las curvas de nivel y en tres bolillos, con la finalidad de romper la velocidad del agua y mejorar la infiltración.

El área a ocupar es aproximadamente de 10 ha y partirá desde la cota 2640 hacia el lecho de las quebradas. Con la ejecución del proyecto se persigue tener un bosque productor – protector.

Posibles especies a emplear

Como se indicó anteriormente se trata de combinar especies arbóreas y arbustivas para crear un bosque multiestratificado. A continuación se citan las especies arbóreas y arbustivas que se podrían utilizar en el proyecto.

Tabla 13. Especies arbóreas que se podrían utilizar en el proyecto.

Nombre Vulgar	Nombre Científico
Nogal	<i>Juglans neotropica</i>
Guaranguillo	<i>Mimosa quitensis</i>
Chinchin	<i>Cassia tomentosa</i>
Guaba	<i>Inga sp.</i>
Encino	<i>Weinmania descendens</i>
Cedro	<i>Cedrela rosei</i>
Arrayán	<i>Eugenia sp.</i>
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>
Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i>
Capulí	<i>Prunus serotina</i>
Colca	<i>Miconia sp.</i>
Colca	<i>Tibouchina sp.</i>
Ciprés	<i>Cupressus macrocarpa</i>
Responsable: Autor	

Tabla 14. Especies Arbustivas que se podrían utilizar en el proyecto.

Nombre Vulgar	Nombre Científico
Achupalla	<i>Puya sp.</i>
Sauco	<i>Cestrum sp.</i>
Arupo	<i>Cyananthus pubescens</i>
Mataperro	<i>Solanum marginatum</i>
Chilco	<i>Baccharis polyantha</i>
Lechero	<i>Euphorbia lalais</i>
Floripondio	<i>Datura metal</i>
Guantung	<i>Datura sanguinea</i>
Tilo	
Responsable: Autor	

Distanciamientos de plantación

Ya que se trata de formar un bosque multiestratificado, las distancias de plantación deben en lo posible ajustarse a lo siguiente:

- Plantas arbóreas: 6 x 6 metros
- Plantas arbustivas: 3 en el callejón (3 m entre plantas x 6 m entre hileras).

Preparación del material vegetativo

- El material vegetativo que se requiere para la ejecución del proyecto será calculado para cubrir un área aproximada de 10 ha.
- Las plantas debidamente repicadas, en fundas de polietileno de color negro, de 12 x 10 cm, podrán ser adquiridas directamente a los moradores del sector, quienes podrán aprovechar la regeneración natural existente en las quebradas que cursan la zona.
- Esta política demostrará que el proyecto en su conjunto tiene coherencia, contenido social y ambiental.

- Las plantas serán colocadas en un área cercana a las actuales instalaciones de administración, donde serán aclimatadas hasta ser llevadas al sitio definitivo de plantación.

Métodos de plantación

- El sistema de plantación para los árboles será en tres bolillos, es decir formando triángulos equiláteros con el vértice hacia la pendiente y siguiendo las curvas de nivel; en cambio para las plantas arbustivas el distanciamiento será de tres metros entre plantas y en el medio de los callejones que dejarán los árboles.
- Se mantendrá una mezcla de especies, es decir se tratará de formar un bosque multiestratificado, con una alta mezcla de especies.
- De manera previa a la plantación el terreno deberá ser balizado empleando estacones de un metro de largo, que señalarán los sitios donde deben hacerse los hoyos y colocar las plántulas.
- Los hoyos serán hechos con taladros acoplados a motores a gasolina, a fin de tener el máximo de penetración posible, romper la cangahua que existe en el subsuelo y que el suelo sea mullido. La tierra que salga del hoyo se colocará en el borde inferior.
- En cada hoyo se depositará 1 kilo de humus de lombriz, para mejorar la fertilidad de la tierra y apoyar el crecimiento de las plantas. El resto será una mezcla de la tierra de la maceta más el suelo mullido extraído del hoyo.
- El tamaño del hoyo será de 30 cm. en diámetro y la profundidad será la que se logre de la penetración de la broca.
- Las plantas deberán ser despojadas de la funda de polietileno y colocadas en los hoyos, dándoles una ligera inclinación en contra de la pendiente.
- El porcentaje de prendimiento que se espera es el más alto posible.

Época de plantación

De acuerdo con el diagrama ombrotérmico, y por cuanto el invierno este presente, la preparación del suelo debe realizarse al iniciarse la época lluviosa y la plantación de manera concomitante, a fin de aprovechar el mayor número de meses de lluvia que quedan.

Cuidados silviculturales

El manejo de la plantación se reducirá a realizar limpiezas de coronación cada dos meses a fin de que el hoyo este libre de malezas.

Tabla 15. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	M	E	S	E	S
	1	2	3		
Preparación del suelo	x	x			
Preparación material vegetal	x	x			
Transporte del m. vegetal	x	x			
Plantación	x	x			x
Cuidados culturales	x	x			x

Tabla 16. Costo mano de obra

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Nº	COSTO MES \$	COSTO PARCIAL \$
Técnico(1)	Meses	3	600	1800
Trabajadores(5)	meses	15	264	3960
			Subtotal	5760

Tabla 17. Costo material vegetal y herramientas

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	N°	COSTO UNITARIO \$	COSTO PARCIAL \$
Material vegetal(10ha)	plantas	1111	0,25	2777,5
Palas	U	5	5	25
Barras	U	2	5	10
Escavadoras	U	3	5	15
Flexómetro	U	1	5	5
Carretillas	U	2	5	10
			Subtotal	2842,5

Tabla 18. Resumen de costos

COSTOS TOTALES	COSTOS PARCIALES \$
Mano de obra	5760
Material vegetal y herramientas	2842,5
TOTAL	8602,5

4.5.1.3 Establecimiento de un bosque productor

Descripción del problema

Una vez alcanzados los niveles máximos de las celdas, se sellarán con pasto. Sin embargo y pese a que la basura será debidamente compactada, la estabilidad del conjunto de celdas no está garantizada, puesto que pueden haber infiltraciones de agua de lluvia que creen en el interior napas freáticas que pueden provocar deslizamientos laterales, debido al peso, las pendientes y la cercanía de las masas a las quebradas.

Objetivo

Establecer un bosque productor, que apoye a la estabilidad de las pilas de residuos sólidos.

Descripción general del proyecto

El proyecto se encamina a plantar un bosque de eucalipto. La especie al tener raíces pivotantes penetrarán en el suelo, formando una red que apoyará a la estabilidad, al mantenimiento de la humedad interna y a la descomposición de la materia orgánica que se deposite.

Especie a emplear

Nombre científico: *Eucalyptus globulus*

Nombre vulgar: Eucalipto

Características del árbol

- Adaptabilidad: a climas templados, soleados, cálidos, húmedos a semi - secos. Gran adaptación a diferentes ambientes naturales.
- Características del árbol: árbol perenne, que puede soportar sucesivos cortes, luego del manejo de los rebrotes. De crecimiento agresivo y cobertura dominante, evita el establecimiento de malezas.
- Tipos de suelo: arcillosos a arenosos. PH desde 5,5 a 8,5.
- Requerimiento de luminosidad: Alto.
- Agua para riego: Tolera diferentes tipos de agua en cuanto a calidad, hasta medianamente salinas.
- Tasa de crecimiento: Alta, dependiendo de la fertilidad de las tierras puede tener incrementos medios anuales en un rango de 10 a 20 metros cúbicos por ha/año.

- Altura total: hasta 30 metros.
- Requerimientos de riego: bajas. Tolera sequías e incluso está en capacidad de extraer humedad de las capas profundas del suelo.
- Enfermedades: Resistente a enfermedades.
- Reproducción: Por plantas preparadas en vivero, para la plantación inicial, para lo sucesivo deben manejarse los rebrotes.

Distanciamiento de plantación

La distancia de plantación será de 3 x 3 metros en cuadro.

Preparación del material vegetativo

- Para cubrir los requerimientos de plantas para las 7.5 ha a establecer, se recomienda que estas sean obtenidas directamente de un proveedor de plantas de eucalipto existentes en la zona.
- El material vegetal también puede ser repicado de las regeneraciones naturales existentes en la zona directamente a fundas llenas con tierra mezclada con abono orgánico en partes iguales. Las fundas deberán tener 12 x 10 cm; serán de polietileno.
- El material entrará directamente al patio de aclimatación para permanecer allí hasta que sea incorporado a las plantaciones.
- Esta labor podrá ser efectuada por miembros de las comunidades más próximas o por personal del mismo municipio.

Método de plantación

- El sistema de plantación será en cuadro. Los hoyos serán hechos a mano y tendrán 30 x 30 x 30 cm.
- De manera previa a la plantación el terreno deberá ser balizado empleando estacones de un metro de largo, que señalarán los sitios donde deben hacerse los hoyos y colocar las plántulas.

- El hoyo será rellenado un 50% con 1 kilo de humus para mejorar la fertilidad de la tierra y apoyar el crecimiento de las plantas. El otro 50% será una mezcla de la tierra de la maceta más tierra del horizonte A.
- Las plantas deberán ser colocadas en los hoyos, dándoles una ligera inclinación en contra del viento predominante.
- El porcentaje de prendimiento que se espera es lo más alto posible.

Época de plantación

De acuerdo con el diagrama ombrotérmico, y por cuanto el invierno este presente, la preparación del suelo debe realizarse al iniciarse la época lluviosa y la plantación de manera concomitante, a fin de aprovechar el mayor número de meses de lluvia que quedan.

Cuidados silviculturales

- El manejo de la plantación se reducirá a realizar limpiezas de coronación cada dos meses a fin de que el hoyo, este libre de malezas.
- En la medida que se disponga de humus, este se irá agregando a los hoyos para incrementar la fertilidad.
- El manejo de rebrotes deben ser manejados a fin de incentivar el crecimiento. Se deben mantener un máximo de dos rebrotes opuestos para tener un mayor crecimiento de la masa.

Tabla 19. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	M	E	S	E	S
	1	2	3		
Preparación del suelo	x	x			
Preparación material vegetal	x	x			
Transporte del m. vegetal	x	x			
Plantación	x	x		x	
Cuidados culturales	x	x		x	

Tabla 20. Costo mano de obra

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Nº	COSTO MES \$	COSTO PARCIAL \$
Técnico (1)	Meses	3	600	1800
Trabajadores (5)	meses	15	264	3960
			Subtotal	5760

Tabla 21. Costo material vegetal y herramientas

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Nº	COSTO UNITARIO \$	COSTO PARCIAL \$
Materia vegetal(7.5ha)	planta	1111	0,25	2083,12
Palas	U	5	5	25
Barras	U	2	5	10
Escavadoras	U	3	5	15
Flexómetro	U	1	5	5
Carretillas	U	2	5	10
			Subtotal	2148,12

Tabla 22. Resumen de costos

COSTOS TOTALES	COSTOS PARCIALES \$
Mano de obra	5760
Material vegetal y herramientas	2148,12
TOTAL	7908,12

4.6 Respuestas a la preguntas directrices

- ¿Existe un proyecto de repoblación forestal gubernamental o seccional en el área de estudio?
- Con la información obtenida y los estudios realizados se llegó a la conclusión de que no existe una propuesta de repoblación forestal con especies endémicas o de características ecológicas importantes de parte del municipio u otra entidad, lo que si existe es la plantación de bosquetes de especies nativas como arrayanes y alisos de unos tres años de edad.
- ¿Existe un análisis socioeconómico de los lugares involucrados en este proyecto?
- Existe un análisis socioeconómico de los sitios involucrados en base al último censo que se realizó en el año 2001, pero en el municipio de Otavalo si existe una actualización de toda la población involucrada en toda el área del relleno sanitario y sus alrededores realizado en el tramo de socialización de dicho proyecto.
- ¿Existen instituciones públicas o privadas con capacidad institucional para ejecutar el proyecto de repoblación?
- Por la falta de técnicos forestales, por la no presentación de proyectos de repoblación forestal, por escasos recursos económicos y la falta de capacitación en repoblación forestal es que las instituciones gubernamentales y privadas no se atreven a realizar propuestas para su aplicación en los municipios.
- ¿Se ha realizado estudios para ejecutar cierres técnicos en rellenos sanitarios?
- Según la información en el estudio realizado se están tomando cartas en el asunto acerca de cierres técnicos de rellenos sanitarios en algunas ciudades del país incluyendo la del estudio.

CAPITULO V

DISCUSIÓN

Esta investigación, gira en torno al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades aledañas al relleno sanitario y la ciudad de Otavalo, por lo que sus habitantes están colaborando sin reparos a la ejecución del proyecto, logrando la participación popular a nivel local gracias a la socialización que se realizó con anterioridad.

Al determinar la situación socioeconómica actual de la población aledaña al proyecto, es importante puntualizar que en los trabajos realizados se ha incorporado personal comunero como mano de obra tanto para el área del relleno como para la recolección de desechos sólidos en la ciudad.

La cobertura vegetal existente en los alrededores del área del relleno es parte de un ecosistema frágil y se considera como refugio de vida silvestre por lo que merece protección y conservación y hace prioritario que se implementen proyectos de forestación, reforestación y revegetación con especies nativas y exóticas, tanto arbóreas como arbustivas y herbáceas recomendadas en los perfiles de proyectos de repoblación y que nos ayudarán a mejorar el suelo, el paisaje, la cobertura vegetal y con estas actividades se lograría recuperar la áreas utilizadas para rellenos sanitarios, para luego ser utilizadas por la comunidad para fines propuestos en los objetivos de la investigación como son: zonas de protección, preservación, explotación y manejo adecuado de ecosistemas y formaciones vegetales lo que permitirá la adecuada conservación de la biodiversidad existente.

Como podemos apreciar en los resultados, los recursos hídricos no serán afectados por el relleno ya que no existen afloramientos de aguas subterráneas en toda el área y el relieve del terreno es poco fuerte de unos 9,3% de pendiente y el agua lluvia se desplaza rápidamente, en tanto que la vegetación característica del lugar es escasa y alterada en su totalidad por lo que tenemos una fauna también propia de sitio alterados.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

En la actualidad el área erosionada ha sufrido una pérdida potencial del suelo provocado por la escorrentía superficial, y la erosión eólica que abarca casi en su totalidad el área del rellano, debido a la escasez de vegetación y la intervención de actividades agrícolas anteriores sin ningún tipo de manejo técnico, ésta área aproximadamente tiene una extensión de 23,13 ha.

Las 9,6 ha de terreno donde está situado el relleno y sus instalaciones, están siendo provistas de especies vegetales para darle una imagen de recuperación y manejo del área.

Ya en el área del relleno en sí, conforme avanza los trabajos de relleno se esta cubriendo de material vegetal como es el quicuyo y algunas especies arbustivas para darle estabilidad a los taludes.

Toda el área del relleno y sus alrededores tiene susceptibilidad a la erosión media, ya que ha sido desprovista de su vegetación original por actividades agrícolas realizadas si manejo y control.

En lo que se refiere a la fauna, las pocas especies registradas de mamíferos, aves y anfibios presentan una susceptibilidad baja, esto es característico de sitios degradados por la deforestación.

El área destinada al relleno sanitario se encuentra ubicada en un sitio estratégico, y en cuanto la dirección de los vientos no causan casi ningún impacto ambiental a las comunidades aledañas.

En lo que tiene que ver con el aspecto socioeconómico en la actualidad no se tiene ningún contratiempo con las comunidades aledañas ya que se ha trabajado de manera coordinada con los entes involucrados.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

Primeramente se recomienda a la Unidad del Ambiente del Municipio de culminar con la instalación de la cortina rompevientos en los linderos del relleno con especies de protección como “Aliso” *Alnus acuminata*, “ciprés” *Cupressus macrocarpa*, “lechero” *Euphorbia latáís*, entre otros; para delinear el perímetro de tal forma que se oculte de la población vecina y del transeúnte la vista de los trabajos que se están realizando, dando buena apariencia estética del entorno. Ya que la cortina rompeviento también sirve como obstáculo y retención de papeles y plásticos levantados por el viento.

Se recomienda a la Unidad del Ambiente del Municipio la instalación de un vivero de producción de plantas nativas y exóticas para tener a disposición material vegetal para actividades de forestación y reforestación en áreas identificadas en toda el área que comprende el relleno.

Se recomienda a la Unidad del Ambiente del Municipio concretar actividades agrícolas en las parcelas integrales demostrativas establecidas en el área aledaña dentro del relleno.

Para el área específica del relleno en sí se recomienda la utilización de “Eucalipto” *Eucalyptus glonbulus* y “quicuyo” *Pennisetum clandestinum* Hotchts, que están dando resultados positivos hasta la fecha de realizados los trabajos.

Se recomienda a la Unidad del Ambiente del Municipio mantener la relación existente entre el Municipio y las comunidades vecinas del relleno.

Especies recomendadas:

Entre las arbóreas tenemos: “nogal”(*Juglans neotropica*, “Guaranguillo” *Mimosa quitensis*, “Chinchin” *Cassia tomentosa*, “guaba” *Inga* sp, “encino” *Weinmania descendens*, “cedro” *Cedrela rosei*, “arrayán” *Eugenia* sp, “aliso” *Alnus acuminata*, “laurel de cera” *Morella pubescens*, “capulí” *Prunus serótina*, “colca” *Miconia* sp, “colca” *Tibouchina* sp, “ciprés” *Cupressus macrocarpa*, y entre las arbustivas tenemos: “achupalla” *Puya* sp, “sauco” *Cestrum* sp, “arupo” *Cyonanthus pubescens*, “mataperro” *Solanum marginatum*, “chilca” *Baccharis polyantha*, “lechero” *Euphorbia latáis*, “floripondio” *Datura metal*, “guantung” *Datura sanguínea*, “tilo” *Tilia cordata* Mill, entre otros.

CAPITULO VIII

RESUMEN

Este trabajo se realizó con el fin de recuperar áreas de terreno que han sido destinadas a botaderos de basura, mediante una propuesta de repoblación forestal con especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y ornamentales para que a futuro sean utilizadas según la planificación del proyecto, es por eso que se han tomado medidas preventivas de remediación y aplicación de planes de forestación, reforestación, sistemas agroforestales y proyectos productivos.

Para este proyecto se propusieron objetivos alcanzables como: Caracterizar la cobertura vegetal del área total del relleno, incluyendo su fauna ya que esta ligada íntimamente a la flora existente en el lugar, zonificar el área para tener una visualización completa de lo que vamos a manejar, paso seguido se determinó las especies arbóreas y arbustivas que se podrían utilizar en mencionado proyecto, entre las arbóreas tenemos: “nogal” *Juglans neotropica*, “Guaranguillo” *Mimosa quitensi*), “Chinchín” *Cassia tomentosa*, “guaba” *Inga sp*, “encino” *Weinmania descendens*, “cedro” *Cedrela rosei*, “arrayán” *Eugenia sp*, “aliso” *Alnus acuminata*, “laurel de cera” *Morella pubescens*, “capulí” *Prunus serótina*, “colca” *Miconia sp*, “colca” *Tibouchina sp*, “ciprés” *Cupressus macrocarpa* y entre las arbustivas tenemos: “achupalla” *Puya sp*, “sauco”(*Cestrum sp*, “arupo” *Cyananthus pubescens*, “mataperro” *Solanum marginatum*, “chilca” *Baccharis polyantha*, “lechero” *Euphorbia latáís*, “floripondio” *Datura metal*, “guantung” *Datura sanguínea*, “tilo” *Tilia cordata* Mill, entre otros.

También analizamos el aspecto socioeconómico de las poblaciones cercanas al relleno y que están directa e indirectamente ligadas a los posibles efectos del manejo de los residuos sólidos urbanos, para lo cual se ha tomado en cuenta a un gran número de pobladores como mano de obra para trabajos tanto de recolección como manejo en sí.

La metodología se basó en localizar el área de estudio con sus respectivas coordenadas y altitud, luego con la identificación del área a trabajar, para lo cual se realizó una socialización con todas las comunidades que se encuentran involucradas en el proyecto y la población de la ciudad de Otavalo.

En cuanto al análisis del aspecto socioeconómico se utilizaron entrevista, encuestas, visitas al campo y la revisión de estudios similares realizados por el municipio de Otavalo.

Se dio a conocer la metodología que se iba a aplicar para la caracterización del área total del relleno y la propuesta de repoblación forestal según las necesidades de la población. La metodología consistió en caracterizar el medio físico, el medio biótico y el medio socioeconómico. Como resultados de la investigación tenemos: No existen afloramientos de aguas subterráneas en todas el área del relleno por tanto no se producirá interacción de aguas subterráneas ni con el relleno ni con obras civiles en el relleno.

La flora y la fauna están representadas por individuos propios de sitios que han sido alterados quedando pequeños vestigios de especies vegetales y animales. Entre los individuos de la flora característicos del sitio tenemos: “Sigse” *Cortaderia nitida*, “Zapatito” *Calceolaria hyssophyfolia*, “Aliso” *Alnus acuminata*, “Shanshi” *Coriaria ruscifolia*, “Nachag” *Bidens pilosa*, “Tipo” *Stachys elliptica*, “Salvia” *Stachys lamioides*, “Jaboncillo” *Portulaca oleracea*, “Nigua” *Arcytophyllum aristatum*, entre otros; y entre la fauna tenemos: “pinchaflor negro” *Diglossa humeralis*, “pinchaflor enmascarado” *Diglossa cyanea*, “chingolo” *Zonotricha capensis*, “mirlo grande” *Turdus fuscater*, “mirlo” negribrillosos *Turdus serranus*, “tórtola orejuda” *Zenaida auriculata*,

“colobri orejivioleta ventriazul” *Colibri coruscan* , “ratón de páramo” *Akodon mollis* , “rata negra” *Rattus rattus*,” ratón común” *Mus musculus*, “Guacsa” *Stenocercus guenteri*, “ Lagartija minadora” *pholidobolus*.

En cuanto a la sensibilidad florística y faunística, las pocas especies registradas presentan una baja sensibilidad.

Las 9,6 ha de terreno donde está situado el relleno y sus instalaciones, están siendo provistas de especies vegetales para darle una imagen de recuperación y manejo del área.

Ya en el área del relleno en sí, conforme avanza los trabajos de relleno se está cubriendo de material vegetal como es el quicuyo y algunas especies arbustivas para darle estabilidad a los taludes.

El área destinada al relleno sanitario se encuentra ubicada en un sitio estratégico, y en cuanto la dirección de los vientos no causan casi ningún impacto ambiental a las comunidades aledañas.

CAPITULO IX

SUMMARY

This work was carried out with the purpose of recovering land areas that have been dedicated to boaters of garbage, by means of a proposal of forest repopulation with arboreal species, shrubs, herbaceous and ornamental so that to future they are used according to the planning of the project, it is for that reason that they have taken preventive measures of remediation and application of plans of afforestation, reforestation, systems agroforestales and productive projects.

For this project they intended objective alcanzables like: To characterize the vegetable covering of the total area of the filler, including their fauna since intimately this bound one to the existent flora in the place, to zone the area to have a complete visualization of what we will manage, happens followed it was determined the arboreal species and shrubs that could be used in having mentioned project, among the arboreal ones we have: “nogal” *Juglans neotropica*, “Guaranguillo” *Mimosa quitensis*, “Chinchin” *Cassia tomentosa*, “guaba” *Inga* sp, “encino” *Weinmania descendens*, “cedro” *Cedrela rosei*, “arrayán” *Eugenia* sp, “aliso” *Alnus acuminata*, “laurel de cera” *Morella pubescens*, “capulí” *Prunus serótina*, “colca” *Miconia* sp, “colca” *Tibouchina* sp, “ciprés” *Cupressus macrocarpa*, and among the shrubs we have: “achupalla” *Puya* sp, “sauco” *Cestrum* sp, “arupo” *Cyananthus pubescens*, “mataperro” *Solanum marginatum*, “chilca” *Baccharis polyantha*, “lechero” *Euphorbia latáis*, “floripondio” *Datura metal*, “guantung” *Datura sanguínea*, “tilo” *Tilia cordata* Mill, among others.

We also analyze the socioeconomic aspect from the near populations to the filler and that they are direct and indirectly bound to the possible effects of the handling of the urban solid residuals, for that which has taken into account to a great number of residents like manpower for so much works of gathering like handling in yes.

The methodology was based on locating the study area with its respective ones coordinated and altitude, then with the identification of the area to work, for that which was carried out a socialization with all the communities that are involved in the project and the population of the city of Otavalo.

As for the analysis of the socioeconomic aspect they were used interview, surveys, visits to the field and the revision of similar studies carried out by the municipality of Otavalo.

It was given to know the methodology that will apply for the characterization of the total area of the filler and the proposal of forest repopulation according to the population's necessities. The methodology consisted on characterizing the physical means, the means biótic and the socioeconomic means. As results of the investigation we have:

Blooming of underground waters don't exist therefore in all the area of the filler interaction of underground waters he/she won't take place neither with the filler neither with civil works in the filler.

The flora and the fauna are represented by individuals characteristic of places that have been altered being small vestiges of vegetable species and animals. Among the individuals of the characteristic flora of the place we have: “Sigse” *Cortaderia nítida*, “Zapatito” *Calceolaria hyssophyfolia*, “Aliso” *Alnus acuminata*, “Shanshi” *Coriaria ruscifolia*, “Nachag” *Bidens pilosa*, “Tipo” *Stachys elliptica*, “Salvia” *Stachys lamioides*, “Jaboncillo” *Portulaca oleracea*, “Nigua” *Arcytophyllum*

aristatum, among other, and among the fauna we have: “pinchaflor negro” *Diglossa humeralis*, “pinchaflor enmascarado” *Diglossa cyanea*, “chingolo” *Zonotricha capensis*, “mirlo grande” *Turdus fuscater*, “mirlo negribrillosos” *Turdus serranus*, “tortola orejuda” *Zenaida auriculata*, “colobri orejivioleta ventriazul” *Colibri coruscan*, “ratón de páramo” *Akodon mollis*, “rata negra” *Rattus rattus*, “ratón común” *Mus musculus*, “Guacsa” *Stenocercus guenteri*, “Lagartija minadora” *pholidobolus*.

As for the sensibility florística and faunística, the few registered species present a low sensibility.

The 9,6 ha of land where it is located the filler and their facilities, they are being provided of vegetable species to give him a recovery image and handling of the area.

Already in the area of the filler in yes, as it advances the works of having stuffed you this covering of vegetable material as it is the quicuyo and some species shrubs to give stability to the banks.

The area dedicated to the sanitary filler is located in a place estratégico, y as soon as the address of the winds doesn't almost cause any environmental impact to the communities borders.

CAPITULO X

BIBLIOGRAFIA.

Albujá, L. 1983. Métodos de trampeo y captura. Pp. 89-93, Manual de museos, técnicas de campo y laboratorio. Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, Serie Misceláneas 4(2).

Asociación Intergrupo, Sanitec Ltda (1995). Estudio de factibilidad y diseños definitivos del proyecto de manejo y disposición de desechos sólidos para la ciudad de Otavalo, provincia de Imbabura. Informe Fase II: Estudio de alternativas. Estudio de Impacto Ambiental.

Athens, J. 1980. El proceso evolutivo en las sociedades complejas y la ocupación del período tardío-cara en los andes septentrionales del Ecuador. Colección Pendoneros, 2, Instituto Otavaleño de Antropología.

Caldwell L. 1993. Ecología, Ciencia y Política medioambiental. Madrid-España. Editorial Mc Graw - Hill.

Calvo, S. 1994. Educación Ambiental: Concepto y propuestas; Editorial CCS. Madrid-España. Pag. 64.

Cañadas, L. 1983. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Quito- Ecuador, MAG-PRONAREG. Banco Central del Ecuador 210 p.

Carlson, P. 1985. El Aliso (*Allnus acuminata*) para sistemas agroforestales en la sierra del Perú. Jornadas agrícolas en la sierra peruana.

Casanova, E; Páez, M y Rodríguez, O. 1989. Pérdida de nutrientes por erosión bajo diferentes manejos en dos tipos de suelos agrícolas.

CITES (2003). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Disponible en <http://www.wcrmc.org.uk/CITES/common>.

Coloma, L. y A. Quiguango. 2003 Anfibios del Ecuador: Lista de especies y distribución altitudinal. Quito: Museo de Zoología (QCAZ) de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Disponible en <http://www.puce.edu.ec/Zoologia/anfecua.htm>.

Convenio Andrés Bello (1985). Ecología y Medio Ambiente: Colombia. 103p.

Cooperación Internacional, IRD, Oxfam-GB (2003). Amenazas, vulnerabilidad, Capacidades y Riesgo en el Ecuador. Los desastres, un reto para el desarrollo.

Centro científico tropical (1985). Manual para la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica: San José, 80p.

De Noni, G; Viento, M y Trujillo, G.1997. La erosión agrícola de los suelos en el Ecuador, en Los paisajes naturales del Ecuador, Vol 1. IPGH, IGM, IRD. Quito.

Dellano, M. 1984. Ecología Tropical: Sociedad Colombiana de Ecología. Bogotá-Colombia 57p.

Domenech, X. 1997. Química Ambiental. El impacto ambiental de los residuos. Madrid-España. Miraguano ediciones.

Educación ambiental (1994). Concepto y propuestas. Editorial. Madrid – España
64 pag.

Enciclopedia encarta (2009). Paisajes y regiones. Ambiente. La basura y
los residuos.

Fallas Activas del Mundo, Proyecto de cooperación U.S y Escuela Politécnica
Nacional del Ecuador (2003) Quito- Ecuador.

FUSAGRI (1987). Noticias Agrícolas, Fundación Servicio para el Agricultor,
Vol. XI: 15.

Garrido, F y Vita, A. 1977. El efecto de la preparación de suelo sobre la
mortalidad y el crecimiento del eucalipto común. Chile. Facultad de ciencias
forestales. Universidad de Chile.

Gobierno Municipal de Otavalo (2001). Plan de Vida Cantonal.

Gobierno Municipal de Otavalo (2002). Ordenanza para el manejo y
aprovechamiento de desechos sólidos.

Granizo, T; Pacheco, C; Ribadeneira, M; Guerrero, M y Suárez, L. 2002. Libro
Rojo de las Aves del Ecuador. SIMBIOE/Conservación
Internacional/Ecociencia/Ministerio del Ambiente/UICN. Serie Libros Rojos del
Ecuador, tomo 2. Quito, Ecuador.

INFOPLAN (1.998). CD-ROM preparado por la Presidencia de la República,
Quito-Ecuador.

Jaramillo, J. 2002. Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos
Sanitarios Manuales, OPS/CEFIS/TW02.93

MAE (2007). Guía Práctica de Apoyo a la toma de Conciencia Forestal. Recursos Naturales y Bosques. 3 p.

Mapa de Fallas y Pliegues Cuaternarias de Ecuador y Regiones Oceánicas Adyacentes, Internacional de la Litósfera, Grupo de Trabajo II-2, Principales
Muñoz, A. 2004. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Rev. Chil. Hist. Nat. V. 77, n. 1.

Proyecto Gran Sumaco, Red Agroforestal Ecuatoriana e Inefan (1997). Manual de agroforestería para El desarrollo sustentable. Segunda edición. Quito – Ecuador.

FAO (1967). La erosión del suelo por el agua. Cuadernos de fomento agropecuario. N° 81 Roma. 207 p. Revista de la Facultad de Agronomía de la UCV. Alcance 37:33-43.

Rideoun, R. 1978. Planting landscape tres. St. Minnesota, agricultura extensión service, University of Minnesota.

Ridgely, R; Greenfield P y Guerrero G. (1998). Una Lista Anotada de las Aves del Ecuador Continental. Quito. CECIA.

Ridgely, R y Greenfield, P. 2001. The Birds of Ecuador, Volume II, Field Guide. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.

Sánchez, G. Y GILLIS, M. 1982. Los árboles, el bosque y los campesinos. Cajamarca –Lima.

Serrada, R. 2000. Apuntes de Repoblaciones Forestales. Fucovasa - Madrid.

Sierra, R. 1999. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Ecociencia. Quito, Ecuador.

SIISE (2.000). CD-rom producido por el Ministerio de Bienestar Social, Quito-Ecuador.

Suárez, L. Y MENA, P. 1994. Manual de métodos para inventarios de vertebrados terrestres. Fundación EcoCiencia. Quito. 51 pp.

Tirira, D. 2001. Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador. SIMBIOE/EcoCiencia/Ministerio del Ambiente/UICN. Serie Libros Rojos del Ecuador, Tomo I. Publicación Especial 4. Quito-Ecuador.

Torres, E. 1984. Manual de Conservación de Suelos Agrícolas: México, 9, 47, 61p

Valencia, R. 2000. Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador. Herbario QCA, Pontificia Universidad católica del Ecuador, Quito- Ecuador.

Vieers, G. 1974. Geomorfología: Barcelona- España. 73, 85 p.

Wurzberg, W. 1971. Fundamentos de Ecología Forestal: Traducción Padilla R. Universidad Central, Quito- Ecuador. 12 p.

XII Congreso Chileno de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (1992). Copiapó-Chile.

Yuste, M. (2001). Suelos, abonos y materia orgánica. Biblioteca de la agricultura 3ª edición. Madrid-España.

FUENTES ELECTRÓNICAS:

Disponible: http://www.infoagro.com/forestales/selec_especies.asp

CAPITULO XI

ANEXOS



Fotografía 1. Entrada al relleno



Fotografía 2. Área del relleno en proceso de llenado



Fotografía 3. Área de botadero de basura al aire libre.



Fotografía 4. Quebradas adyacentes al relleno a ser reforestadas.



Fotografía 5. Quebrada destinada a ser el futuro relleno.



Fotografía 6. Quebrada adyacente a ser repoblada.



Fotografía 7. Socialización con instituciones inmersas en la ciudad de Otavalo.



Fotografía 8. Áreas que están siendo repobladas con especies arbustivas y ornamentales.



Fotografía 9. Oficinas en el relleno con áreas verdes.



Fotografía 10. Área de manejo de lombricultura.



Fotografía 11. Área de instalación de parcelas integrales demostrativas.



Fotografía 12. Manejo de humus con estudiantes IAPG de San Pablo.



Fotografía 13. Platabandas para cultivos de ciclo corto con humus de lombriz.



Fotografía 14. Taludes del relleno cubiertos con quicuyo y arbustos.

FICHA SOCIO-ECONOMICA

I. UBICACIÓN GEOGRAFICA	
1.- PROVINCIA
2.- CANTON
3.- PARROQUIA
4.- SECTOR
5.-OTRAIDENTIFICACION

II. DATOS DE LA VIVIENDA	
1.- TIPO DE VIVIENDA Hotel Casa Departamento Cuarto Mediagua Rancho Choza	4.- ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA VIVIENDA A.- ¿COMO SE OBTIENE EL AGUA PARA LA VIVIENDA? Por tubería dentro de la vivienda Por tubería fuera de la vivienda Otros B.- ¿DE DONDE PROVIENE EL AGUA QUE RECIBE? De red pública De pozo De río, vertiente o acequia De carro repartidor Otros
2.- CONDICION DE OCUPACION DE LA VIVIENDA Ocupación con personas presentes Ocupación con personas ausentes Desocupada En construcción	5.- ¿COMO SE ELIMINAN LAS AGUAS SERVIDAS DE LA VIVIENDA? Por red de alcantarillado Por pozo séptico Otros
3.- MATERIALES PREDOMINANTES EN LA VIVIENDA A.- TECHO Loza Zinc Teja Paja Otros B.- PAREDES Adobe Madera Otros	6.- ¿DISPONE LA VIVIENDA DE LUZ ELECTRICA? Si No 7.- ¿DISPONE LA VIVIENDA DE SERVICIO TELEFONICO? Si No

C.- PISO Entablado Baldosa Ladrillo Tierra Otros	8.- ¿COMO SE ELIMINA LA BASURA DE LA VIVIENDA? Por carro recolector En terreno baldío o quebrada Por incineración o entierro Otro
	9.- ¿CUANTOS CUARTOS TIENE LA VIVIENDA? Número
	10.- ¿CUANTAS PERSONAS VIVEN EN ESTA VIVIENDA? Número

III. DATOS DEL HOGAR	
1.- ¿CUANTOS CUARTOS HAY? Número	5.- EL SERVICIO HIGIENICO QUE TIENE EL HOGAR ES: Uso exclusivo del hogar Uso de varios hogares Letrina Otros
2.- ¿CUANTOS CUARTOS SE OCUPA PARA DORMIR? Número	6.- EL SERVICIO DE DUCHA ES: Uso exclusivo del hogar Uso de varios hogares Otros
3.- ¿CUANTOS CUARTOS SE OCUPA PARA COCINAR? Número	7.- ¿SE UTILIZA PARTE DE LA CASA PARA ALGUNA ACTIVIDAD ECONOMICA? Si No Otros
4.- ¿CUAL ES EL COMBUSTIBLE QUE SE UTILIZA EN EL HOGAR? Gas Electricidad Leña Otros	8.- LA VIVIENDA QUE OCUPA ESTE HOGAR ES: Propia Arrendada Anticresis Otros

IV. DATOS DE EMIGRANTES EN EL HOGAR					
1.- NOMBRES Y APELLIDOS	2.- PARENTESCO JEFE DE HOGAR	3.- AÑO SALIDA	4.- MOTIVO DE LA SALIDA	5.- PAIS DE DESTINO	6.- SEXO

V. NIVEL DE INSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD FAMILIAR			
1.- NOMBRES Y APELLIDOS	2.- PARENTESCO JEFE DE HOGAR	3.- INSTRUCCION	4.- SEXO

VI. PRINCIPAL ACTIVIDAD ECONOMICA FAMILIAR			
1.- NOMBRES Y APELLIDOS	2.- PARENTESCO JEFE DE HOGAR	3.- ACTIVIDAD	4.- SEXO

