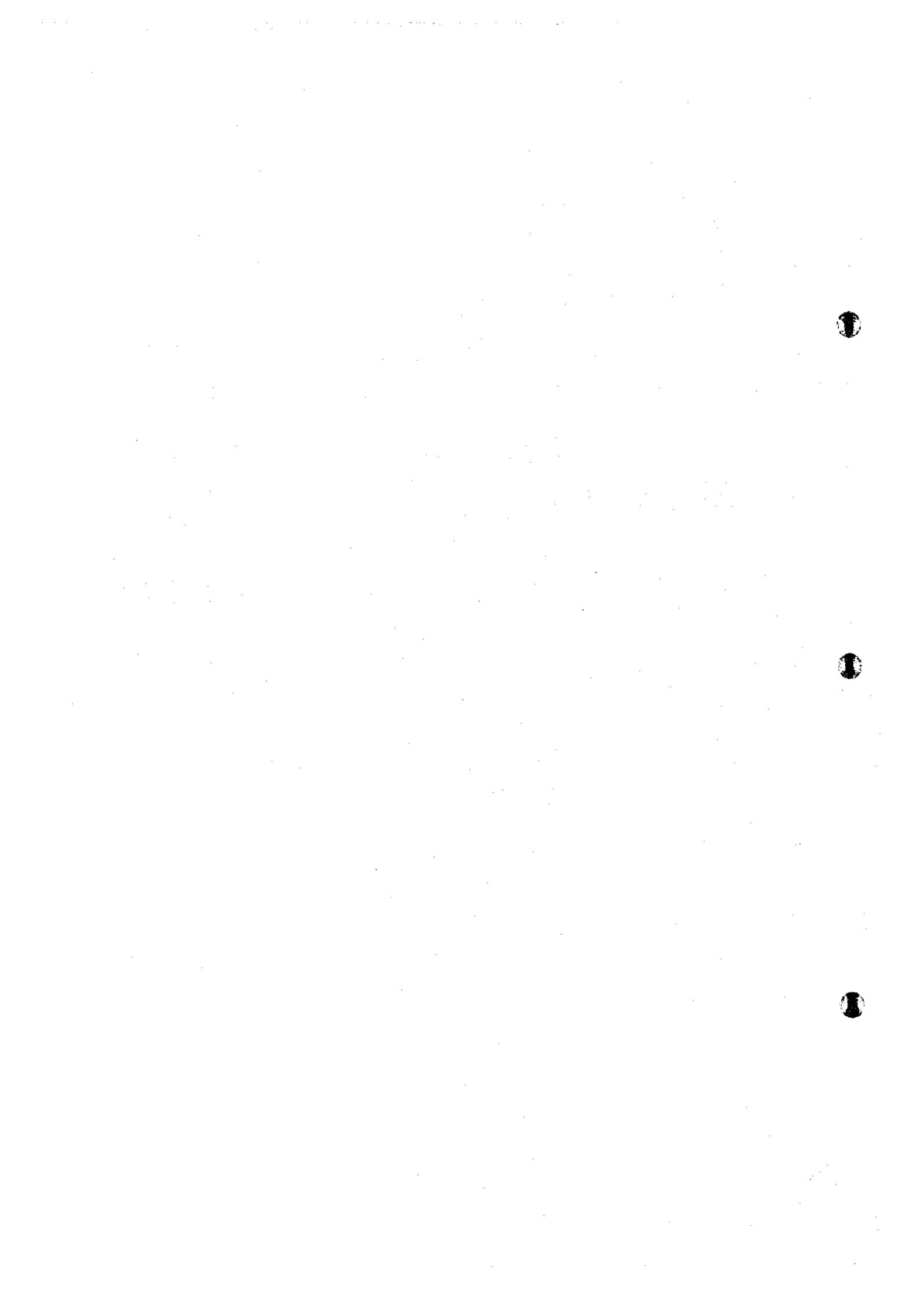


Capítulo 10

*Diseño Preliminar para el
Mejoramiento y Desarrollo Integral
del Sitio Existente de
Disposición Final*



10 Diseño Preliminar para el Mejoramiento y Desarrollo Integral del Sitio Existente de Disposición Final

10.1 Introducción

El objetivo del desarrollo integral para *"Mejorar las operaciones del sitio de disposición existente con el fin de reducir significativamente el impacto sobre los residentes y transeúntes"* es el resultado de una reunión sostenida con los interesados en la primera fase del estudio. Las actividades propuestas para encontrar este objetivo forman la base del plan de mejoramiento preliminar. Estas actividades son descritas en la Sección 10.3: Plan Preliminar del Mejoramiento.

10.1.1 Directrices para el Mejoramiento y Desarrollo Integral del Sitio de Disposición

La evaluación de las condiciones existentes en el Distrito Central indica que existen varios factores importantes que limitan la realización de mejoras. Considerando estos factores (carencia de recursos financieros, bajo nivel de las capacidades técnicas y de gestión, etc.) se establecieron las directrices para el plan de mejoramiento y desarrollo integral del sitio de disposición final.

- Para el mejoramiento integral incluido en este plan se propone la aplicación de tecnologías apropiadas; es decir, tecnologías de bajo costo, estructuras que pueden realizarse considerando el nivel de habilidad existente en Honduras y la posibilidad de que tanto dichas tecnologías como las estructuras puedan ser operadas y mantenidas por medio de la capacitación del personal disponible.
- Teniendo en cuenta que tradicionalmente es difícil desarrollar nuevas instalaciones debido a preocupaciones ambientales por parte de los residentes, el plan de mejoramiento propone la continuación del uso del sitio de disposición existente, considerando que estudios preliminares han demostrado que potencialmente tiene varios años más de vida útil remanente.
- Se propone un sitio de disposición final seguro y sanitario. Un paso importante para lograr este objetivo es la implementación de un relleno por el método de celdas. El residuo es compactado en capas, de espesores no mayores a los 3 m y cubierto diariamente con capas delgadas de tierra. Esta tarea reduciría significativamente los malos olores, los residuos esparcidos por el viento, intrusión de agua y gas, fuegos en el relleno y los criaderos de vectores portadores de enfermedades. Además, la recirculación de lixiviados se logra esparciendo el lixiviado recolectado sobre el residuo ya cubierto. Las ventilaciones para gases serán instaladas a intervalos regulares para extraer y quemar los gases generados por la descomposición anaeróbica del residuo orgánico.
- No se propone ningún plan de instalación de sistemas para la recuperación de energía por medio del procesamiento de gases producidos en el relleno. Se ha priorizado lograr que el sitio existente de disposición final llegue a operar de manera eficiente y sanitaria. Un proyecto piloto que comprenda el procesamiento de los

gases producidos por el relleno puede ser emprendido una vez alcanzada la prioridad antes mencionada.

- La supervisión y monitoreo del sitio serán realizados de manera regular, durante la operación y después que el sitio haya alcanzado su capacidad total y sido clausurado. Lo anterior se realizará con el fin de asegurar el menor impacto posible sobre los alrededores.
- Los recuperadores serán organizados y controlados de manera tal que no interrumpan la operación del sitio. Aunque las actividades propias del relleno sanitario toman precedencia sobre las actividades de los recuperadores, los mismos se encuentran incluidos en los planes futuros de desarrollo debido a que proveen de un importante sistema de recuperación de recursos.

10.2 Condiciones para el Plan Preliminar de Mejoramiento

10.2.1 El Sitio y sus Alrededores

El sitio de disposición del Distrito Central se encuentra a una elevación entre los 1.070 y 1.150 msnm y ocupa un área de 31.7 hectáreas entre los valles que han sido formados por las quebradas Los Limones y Los Jutes. El sitio está ubicado al norte del área urbana en el Km 6.5 sobre la carretera a Olancho en la zona de Guanábano (Figura 10-1).

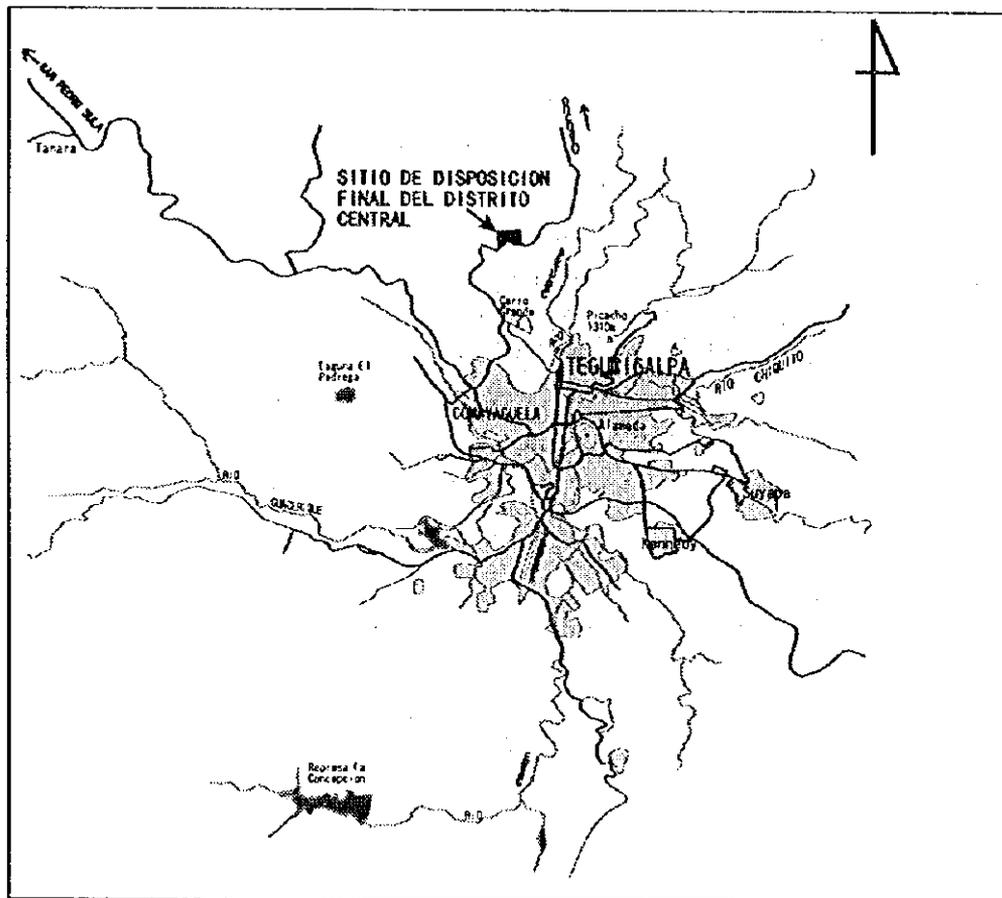


Figura 10-1: Ubicación del Sitio de Disposición Final del Distrito Central

Una línea troncal de alta tensión coincide con el límite norte del sitio y corre paralela a la quebrada Los Limones. Más allá de esta línea y hasta donde permite la visibilidad se observan terrenos ondulados escasamente poblados con algunos espacios de foresta natural y pequeñas granjas.

Hacia el sur se ubica la carretera que lleva a Olancho. A lo largo de la carretera a Olancho cerca del sitio de disposición, se encuentran fábricas, depósitos de almacenamiento, almacenes, estaciones de servicio, pulperías, puestos que se dedican a actividades de recuperación de materiales y áreas residenciales.

a. Condición General del Sitio

El sitio de disposición final recibe no sólo residuos municipales (residuos institucionales, comerciales, domiciliarios y de áreas públicas), sino también desechos de construcción, de agricultura, industrial, agro-industrial y hospitalarios. El Equipo de Estudio estimó que para 1998 aproximadamente 129,000 toneladas de residuos serán descargadas en el sitio de disposición final. Esta cifra equivale a 450 toneladas de residuos que son descargadas a diario en el sitio de disposición final, exceptuando los domingos.

a.1 Instalaciones existentes dentro del sitio de disposición final

Durante el período del estudio, se observó que el sitio de disposición final no contaba con portón ni rótulo con instrucciones a la entrada del sitio de disposición. Por lo tanto, varios tipos de residuos eran introducidos al sitio. Además, cualquier persona podía acceder al sitio, incluyendo niños.

El sitio está equipado solamente con dos casetas de madera y no existe agua potable ni servicios sanitarios en dicho lugar.

a.2 Operación del relleno

En el sitio operan tres tractores de 215 HP (*D7 Caterpillars*), un cargador frontal y tres camiones volquetes de 8 m³. Los tractores son utilizados para compactar y recubrir los residuos. Dos de ellos tienen cuchilla para esparcir los residuos, mientras que el otro cuenta con cuchilla para esparcir y nivelar el suelo de cobertura. El cargador frontal se utiliza para excavar y cargar el suelo de cobertura. Los camiones volquetes son utilizados para transportar el suelo del banco de préstamos ubicado dentro del sitio, hasta el área de relleno. Sin embargo, en ocasiones este equipo no es utilizado debido a la escasez de combustible. Los tractores son operados solamente por cuatro o cinco horas diarias. Para la excavación y transporte de suelo sólo operan unos pocos días a la semana.

La AMDC emplea cuatro operadores para el equipo pesado, tres conductores de camiones volquetes y siete empleados adicionales, incluyendo a supervisores, capataces y trabajadores. Además, tres mecánicos se movilizan diariamente desde el taller central hasta el sitio. Un miembro del personal de la AMDC se encuentra a cargo de contabilizar el número de vehículos que ingresan al sitio.

El sitio no se encuentra equipado con impermeabilización de fondo e instalaciones para la recolección de lixiviados. Para controlar el lixiviado, se requiere una capa gruesa de suelo. Sin embargo, una amplia sección del terraplén del relleno adyacente a la

quebrada Los Limones no tiene cobertura de suelo; lo anterior permite que el lixiviado - como se observó en varios lugares - fluya libremente hacia la quebrada.

El relleno no cuenta con ningún tipo de instalaciones para recolectar ni controlar el gas generado a través de la descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos. No posee instalaciones ni existen planes para implementarlas con el propósito de controlar la emisión de olores, la proliferación de insectos o animales nocivos y la generación de incendios dentro del relleno. Tampoco existen barreras para prevenir que los residuos livianos sean esparcidos, ni se realiza el rociado del suelo de cobertura con agua para reducir la generación de polvo.

El método de relleno utilizado consiste en la formación de terrazas construidas entre las faldas de las colinas y la quebrada. Existen tres terrazas construidas a intervalos de aproximadamente 25 m y 10 m, ubicándose la más pequeña a 35 m sobre el nivel de la carretera.

10.2.2 Condiciones Hidrológicas

a. Permeabilidad del Suelo Existente

Geológicamente, el sitio de disposición consiste predominantemente de riolita alterada y ceniza volcánica. La permeabilidad de la riolita alterada se encuentra en el rango de 10^{-1} a 10^{-3} cm/seg, mientras que la ceniza volcánica tiene rangos de permeabilidad que van desde 10^{-3} cm/seg. hasta 10^{-6} cm/seg. En consecuencia, se concluye que la geología natural de sitio de disposición presenta valores de permeabilidad que van de moderados hasta altos.

b. Permeabilidad del Promontorio de Residuos Existente

La permeabilidad del promontorio existente de residuos tiene diferencias significativas con la geología del material subyacente, por lo que es evaluada separadamente. Las primeras capas de residuos fueron colocadas a finales de la década del 70. El proceso de biodegradación natural de las capas inferiores debe haberse virtualmente completado, lo que significa que los residuos se han descompuesto en pequeñas partículas. Además, se presume que el material del fondo del relleno tiene poca permeabilidad, debido a la presión de la carga superior (en algunos lugares el promontorio del relleno llega a 30 m) que ejerce sobre las capas inferiores. Por otro lado, se asumen que los poros del suelo natural subyacente se han saturado con las pequeñas partículas por la biodegradación reduciendo la permeabilidad.

10.2.3 Material de Cobertura

a. Antecedentes

El material de cobertura tiene el propósito de aislar el residuo sólido depositado del ambiente que le rodea para crear condiciones anaeróbicas y lograr la estabilidad microbiológica en el menor tiempo posible. Es necesario también para prevenir que el agua pluvial se infiltre. El material de cobertura deberá colocarse diariamente y tendrá como mínimo 15 cm de espesor para asegurar las condiciones previamente establecidas y prevenir que la larva de la mosca se traslade hacia la superficie. La cobertura final deberá tener un mínimo de 60 cm de espesor para reducir la infiltración y la erosión.

b. Material de Cobertura Disponible en el Sitio de Disposición

Los suelos observados en el sitio son predominantemente gravas limo-arenosas que se derivan de la riolita alterada y arenas arcillo-limosas derivadas de las tobas (cenizas volcánicas). Ambos materiales se encuentran disponibles en los bancos de préstamo donde pueden ser fácilmente removidos. Se distinguen fácilmente por el color purpúreo de la riolita y el color amarillento de la toba.

En general, ambos materiales predominantes en el sitio pueden ser utilizados como material de cobertura. La grava derivada de la riolita alterada puede alcanzar un grado mayor de compactación.

c. Estimado de la Cantidad Disponible de Material de Cobertura

Los cálculos realizados muestran que en el sector sudeste existe aproximadamente 40,000 m³ y en el sector sudoeste existe 290,000 m³ de material de cobertura disponible. Estas cantidades aseguran el desarrollo del relleno sanitario con material de cobertura proveniente del mismo sitio hasta el año 2007.

10.2.4 Espacio Disponible para el Relleno y Uso Futuro

La cantidad total de espacio requerido para la disposición de residuos hasta el año 2010 fue calculada con base a las proyecciones de cantidad de residuo determinadas en secciones anteriores y a la suposición de que la cantidad necesaria de suelo de cobertura para el relleno sanitario es de aproximadamente 15% de la cantidad de residuo (Cuadro 10-1). Esta cifra es bastante conservadora que permite la construcción de trabajos adicionales tales como muros y terraplenes de tierra.

Cuadro 10-1: Cálculos de los Requerimientos de Espacio para el Sitio de Disposición

Año	Residuo recibido Ton/año	Cantidad de residuo acumulado Ton	Residuo compactado (D=0.8) m ³	Residuo compactado acumulado m ³	Suelo de cobertura m ³	Suelo de cobertura acumulado m ³	Capacidad requerida (m ³)
1998	129,000	129,000	161,250	161,250	24,188	24,188	185,438
1999	131,000	260,000	163,750	325,000	24,563	48,750	373,750
2000	139,000	399,000	173,750	498,750	26,063	74,813	573,563
2001	166,000	565,000	207,500	706,250	31,125	105,938	812,188
2002	177,000	742,000	221,250	927,500	33,188	139,125	1,066,625
2003	189,000	931,000	236,250	1,163,750	35,438	174,563	1,338,313
2004	219,000	1,150,000	273,750	1,437,500	41,063	215,625	1,653,125
2005	235,000	1,385,000	293,750	1,731,250	44,063	259,688	1,990,938
2006	250,000	1,635,000	312,500	2,043,750	46,875	306,563	2,350,313
2007	266,000	1,901,000	332,500	2,376,250	49,875	356,438	2,732,688
2008	303,000	2,204,000	378,750	2,755,000	56,813	413,250	3,168,250
2009	323,000	2,527,000	403,750	3,158,750	60,563	473,813	3,632,563
2010	344,000	2,871,000	430,000	3,588,750	64,500	538,313	4,127,063

a. Espacio Disponible

Tomando en cuenta la información obtenida de la inspección visual, de la información suministrada por los trabajadores más antiguos al equipo de estudio y las estimaciones elaboradas acerca del material extraído de los dos sectores, se puede determinar una aproximación del espacio disponible.

Según se observa en la Figura 10-2, las "Área A" son las áreas donde no se ha realizado rellenos y donde en la actualidad se extrae el material de cobertura. Las "Área B" son aquéllas donde actualmente se están realizando el relleno y puede seguir relleniéndose en el futuro. El "Área C" corresponde al área ya rellena y no es posible colocar más residuos. Finalmente, el "Área Z" corresponde a zona que no puede ser utilizada para el relleno, la que será reservada como zona de transición o amortiguamiento.

El equipo de estudio propone que el relleno se realice por medio de terrazas. Los espacios disponibles se describen en el Cuadro 10-2.

Cuadro 10-2: Rellenamiento por Áreas

Área	Período de relleno	Área (m ²)	Altura promedio del relleno (m)	Espacio disponible (m ³)
A ₁	2005-6	40,000	20	800,000
A ₂	2000	20,000	12	240,000
B ₁	2000-4	84,000	12	1,008,000
B ₂	1998-1999	27,000	16	432,000
C	-	30,000	no más relleno	-
Z	-	116,460	no más relleno	-
Total		317,460	60	2,440,000

El espacio disponible actual dentro del sitio de disposición alcanza a 2.440.000 m³, cuyo espacio tiene la suficiente capacidad hasta el año 2007 según lo mostrado en el Cuadro 10-1. Esta cifra también tiene correspondencia con la cantidad de material de cobertura disponible actualmente dentro del sitio.

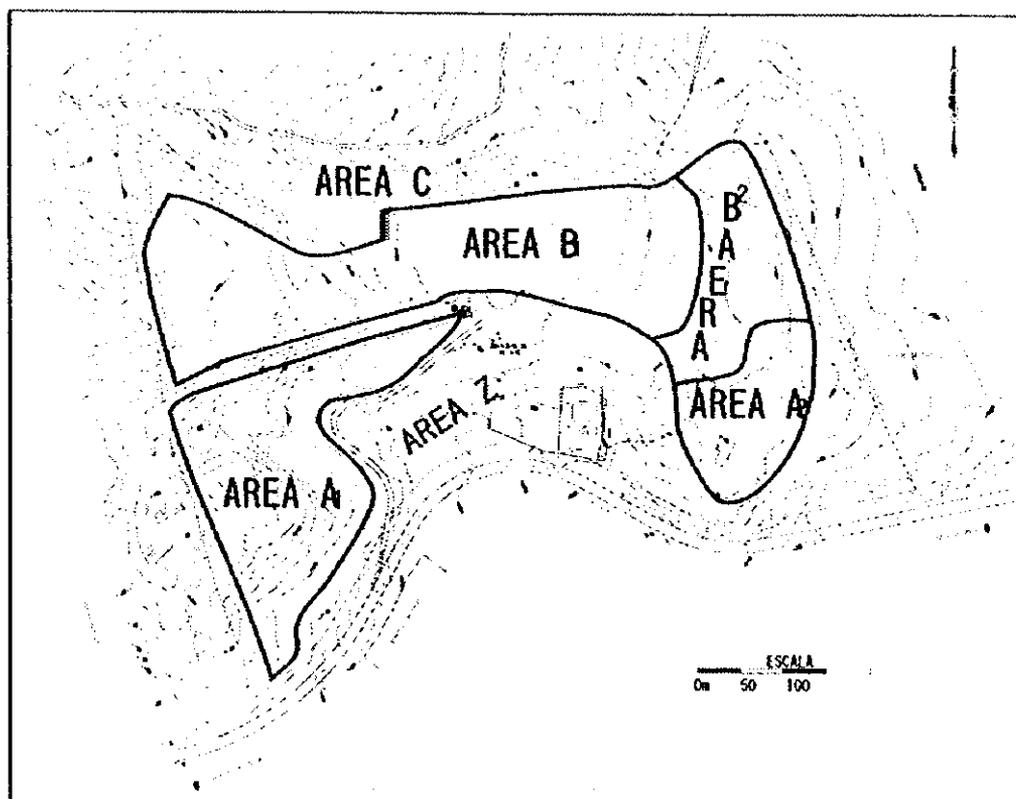


Figura 10-2: Divisiones del Sitio de Disposición

Sería posible la utilización del área A₁ como área de relleno, hasta los límites con la carretera a Olanchito y también como fuente de material de cobertura. Sin embargo, debido a razones estéticas y su proximidad con la carretera a Olanchito, lo anterior se considera inaceptable y se propone que el área A₁ sea preservada y convertida en zona de transición o amortiguamiento.

10.2.5 Composición de los Residuos

Se espera que el relleno reciba los siguientes tipos de residuos:

- Domiciliario (restos de comida, papeles, plásticos, etc.)
- Voluminoso (muebles, refrigeradoras, etc.)
- Comercial (de tiendas y restaurantes)
- De mercado (principalmente vegetales y papel)
- Institucional
- De jardín
- De barrido de calles
- Industrial (residuo no peligroso)
- De construcción y demolición
- Lodo seco producto de aguas residuales, no tóxico y estabilizado

El tipo más común de residuos que será dispuesto en el nuevo relleno será el proveniente de áreas residenciales, es decir, aquél derivado principalmente de viviendas y que incluye una porción substancial (60%) de materia orgánica.

Hasta que el problema actual relacionado con el incinerador que se encuentra adyacente al sitio de disposición final sea resuelto, los residuos infecciosos, agujas hipodérmicas, etc., procedentes de hospitales, clínicas y dentistas, serán depositados en un sector separado del relleno.

El relleno no recibirá los siguientes tipos de residuos:

- Peligrosos y tóxicos provenientes de las industrias, comercio, instituciones, etc.
- Radioactivos de cualquier tipo
- Líquidos de cualquier tipo

10.2.6 Gas Producido por el Relleno

a. Cantidad de Gas producida en un Relleno Sanitario

Por medio de un modelo estequiométrico y la fórmula química para los residuos orgánicos, puede ser determinada la cantidad máxima teórica de gas producida por los residuos en un relleno.

Se calcula que la producción máxima de gas en un relleno (derivado del modelo estequiométrico²) puede alcanzar niveles entre 800 y 1000 l/kg.

- Una gran proporción del residuo es agua
- Parte del residuo es inorgánico y no genera gases
- Parte del contenido orgánico se descompone muy lentamente
- Algún residuo orgánico se descompone aeróbicamente durante la etapa inicial.

² Residuo orgánico + H₂O $\xrightarrow{\text{bacteria}}$ CH₄ + CO₂ + otros gases

Si este valor es ajustado, tomando en consideración los factores mencionados, las cifras disminuyen de 200 y 300 l/kg. Si se considera sólo aquel gas que puede ser quemado, esta figura se torna menor debido a la migración superficial y lateral de gases. Además, la concentración de metano debe ser lo suficientemente alta para poder quemarse, por lo que la cifra se reduce aún más.

Los resultados de experimentos previos indican que es posible obtener entre 50 y 80 m³ de gases del relleno por tonelada de residuo sólido domiciliario, de los gases descargados en el relleno durante un período de 10 años.

b. Producción de Gases en el Sitio de Relleno Sanitario de la AMDC

Para simplificar los cálculos y obtener una cifra aproximada de la producción de gases en el relleno, se considera que una tonelada de residuos produce 70 m³ de gases durante un período de 10 años con una proporción constante de generación de 7 m³/año. La producción anual también será considerada. En consecuencia, la producción de gas hasta el año 2010 es mostrada en el Cuadro 10-3.

Cuadro 10-3: Estimado de la Producción de Gas en el Relleno

Año	Producción de residuos (Ton/año)	Producción de gas en el relleno (m ³ /año)	Producción de gas en el relleno (m ³ /día)
1999	131,000	917,000	2,512
2000	139,000	1,890,000	5,178
2001	166,000	3,052,000	8,362
2002	177,000	4,291,000	11,756
2003	189,000	5,614,000	15,381
2004	219,000	7,147,000	19,581
2005	235,000	8,799,000	24,107
2006	250,000	10,549,000	28,901
2007	266,000	12,411,000	34,003
2008	303,000	14,532,000	39,814
2009	323,000	15,876,000	43,496
2010	344,000	17,311,000	47,427

Las cifras indicadas en el Cuadro 10-3 no incluyen el gas generado de los residuos descargados antes del año 1999. A partir del año 2008, se estabilizará la producción de gas del relleno y mostrará un pequeño crecimiento anual debido al incremento de los residuos sólidos. Después de la clausura del relleno sanitario la producción de gas disminuirá, siendo insignificante a los 10 años del cierre.

10.2.7 Generación de Lixiviados

Los líquidos que se infiltran a través de los residuos se denominan lixiviados. Los lixiviados de los rellenos usualmente contienen materiales extraídos, disueltos y en suspensión siendo algunos de ellos nocivos.

La cantidad de lixiviado generado fue calculada para dos diferentes condiciones. La primera considera la producción de lixiviados bajo las condiciones existentes, mientras que la segunda considera la generación de lixiviados cuando la metodología para el mejoramiento del relleno haya sido aplicada.

La generación de lixiviados bajo las condiciones existentes fue estimada en 500 mm/año/m² considerando el flujo de lixiviados en la quebrada Los Limones. Las estimaciones de 110 mm/año/m² bajo las condiciones de la capa de cobertura final y

250 mm/año/m² bajo las condiciones de cobertura intermedia fueron realizadas usando el Modelo de Capa de Recubrimiento (ver Anexo, Sección 15.3.7). Este modelo emplea factores tales como el tipo y espesor del suelo de cobertura, evapotranspiración, características de escurrimiento y precipitación.

La cantidad total de generación anual de lixiviados es graficada (Figura 10-3) para mostrar la tendencia. A través de la implementación del nuevo método de celdas se obtiene una reducción inmediata de la cantidad de lixiviados generados y un mejoramiento del escurrimiento superficial. Esta disminución continúa hasta el año 2001, estabilizándose una vez aplicados los métodos mejorados en todas las áreas nuevas y existentes

La generación de lixiviados continuará más allá del año 2010. Sin embargo, con el tiempo la concentración de los lixiviados disminuirá como resultado de la estabilización del relleno. Es posible que ya haya ocurrido esta situación de manera considerable en las capas inferiores.

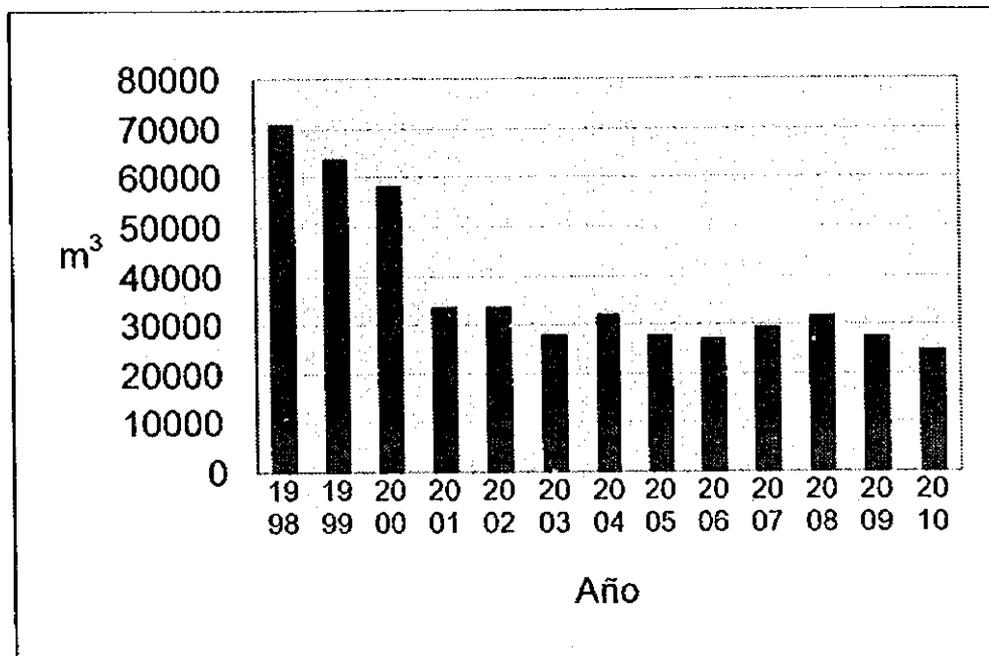


Figura 10-3: Producción de Lixiviados del Sitio Existente de Disposición Final, desde 1998 hasta el 2010

10.2.8 Identificación de Problemas

La carencia de infraestructura adecuada y la deficiente operación realizada en el sitio de disposición final, crean problemas ambientales. Los problemas ambientales no solamente tienen impacto negativo sobre el mismo sitio, sino que también afectan los alrededores.

a. Propagación de Parásitos y Microorganismos

La elevada proporción orgánica de los residuos generados en el Distrito Central y el clima cálido que tiene lugar durante todo el año, convierte al residuo en un medio apropiado para la rápida proliferación de parásitos y microorganismos. La operación actual del relleno permite que los residuos permanezcan descubiertos durante períodos

largos; lo anterior da lugar a que todo tipo de animales se alimenten de residuos y que los recuperadores, incluyendo niños, tengan contacto directo con éstos.

La gente y los animales se convierten en vectores de parásitos y microorganismos. Los patógenos son transmitidos a centros poblados o casas, los que son el origen de serias enfermedades que prevalecen en el área.

b. Modificación de los Recursos Hídricos

Las áreas planas originadas por las actividades del relleno no están provistas con suficiente pendiente causando estancamientos de agua después de cada lluvia. Estos estancamientos ocasionan problemas graves, ya que gran cantidad de agua se infiltra en el residuo que posteriormente generan lixiviados. Dichos estancamientos de agua también se convierten en criaderos de mosquitos y obstaculizan la circulación de vehículos.

Ante la falta de drenajes, las aguas de escurrimiento superficial fluyen sin control dentro del sitio. Este escurrimiento superficial no controlado ha ocasionado el flujo contaminado de lixiviados hacia la quebrada Los Jutes. Más aún, las pendientes que han sido formadas a través de prácticas de relleno deficientes, aumentan la erosión del terreno y la acumulación de sedimentos en los cursos naturales aledaños.

Ante las condiciones existentes es difícil cuantificar la cantidad de lixiviados producidos ya que éstos se infiltran en el subsuelo o drenan desde la colina hacia la quebrada Los Limones.

Varias observaciones efectuadas en febrero confirmaron un flujo de lixiviado de no más de 1 l/seg. Sin embargo, durante la temporada lluviosa la producción de lixiviados es mayor, alcanzando flujos de 4 l/seg.

c. Modificación del Aire

No existen en el relleno sistemas de remoción o quema de gases. La conversión de metano (CH_4) a compuestos CO_2 y H_2O causan menos daños a la atmósfera. El metano y otros gases del relleno son inflamables y potencialmente tóxicos, que contribuyen a aumentar riesgos a la salud pública creando peligros continuos hacia los trabajadores y recuperadores. Se recomienda por lo tanto, la recolección y quemado de los gases para remover los mismos del relleno.

Los residuos al descubierto, la quema de éstos y los gases y lixiviados producidos contribuyen a la emisión de humos y olores. Los olores se propagan y afectan las áreas cercanas incluyendo lugares a lo largo de la carretera a Olancho, en diferentes grados dependiendo de la velocidad y dirección del viento.

El polvo derivado de partículas en suspensión es ocasionado por el viento y el transporte de material de cobertura y el tráfico vehicular hacia y dentro del relleno. Este problema sin embargo, tiene menos efecto sobre las condiciones del aire que solamente en ocasiones afecta las áreas más allá de los límites del relleno.

Se agrega a los problemas de contaminación del aire, la dirección del viento predominante del norte³, siendo las áreas pobladas ubicadas al sur y suroeste las que reciben el mayor impacto por las emisiones provenientes del sitio de disposición.

d. Deterioro del Suelo y el Paisaje

Debido a los métodos deficientes de rellanamiento anteriores han surgido varios problemas, en particular del rellanamiento en pendientes pronunciadas observadas en el borde norte. Primeramente han aumentado los riesgos de falla en pendientes que ya han ocurrido en algunas partes del relleno y que muy probablemente ocurra con más frecuencia, en la medida que la acumulación de residuos vaya aumentando en tamaño. En segundo lugar, es difícil establecer una capa de cobertura compactada debido a las pendientes pronunciadas que existen en el relleno; los vehículos no pueden transitar sobre dicho terreno, motivo por el cual, el lixiviado fluye libremente por las pendientes y la velocidad con que éste se desplaza erosionaría cualquier cobertura que se ejecute. Finalmente, las pendientes pronunciadas presentan constante peligro las que limitan el desarrollo futuro del relleno.

Los materiales livianos como papeles y bolsas de polietileno que son esparcidos por el viento, también influyen sobre las condiciones del suelo, afectando a seres humanos y animales que hacen uso de la vegetación del entorno.

Por otra parte, la extracción de suelo para material de cobertura afecta las características del suelo. En consecuencia, es necesario tomar medidas que permitan la recuperación del suelo una vez clausurado el sitio de relleno.

En la actualidad, los residuos del sitio de disposición son dejados al descubierto o sin compactar durante largos períodos. El viento, a su vez contribuye al esparcimiento de los residuos, muchas veces hacia fuera del sitio, deteriorando el paisaje dentro y fuera del sitio de disposición final. Además, estas situaciones complican la utilización del suelo para el relleno, siendo necesaria una limpieza frecuente del suelo (remoción de la basura del material) antes de su uso.

e. Obstrucción Visual

La altura del relleno ha alcanzado una altura en que es claramente visible desde la carretera a Olancho y las áreas aledañas. Esta situación causa dos problemas visuales, el primero, la colina del relleno se presenta estéril y nada atractiva. El segundo, los residuos esparcidos por el viento no tienen obstáculos naturales y son esparcidos libremente hacia áreas al sur del sitio, es decir, hacia zonas residenciales y comerciales.

Además, los residuos que caen de los vehículos de recolección y las actividades imprudentes de los negociantes de material recuperado que se ubican a lo largo de la Carretera a Olancho, contribuyen a afear más los alrededores de dicha carretera.

f. Seguridad Vial

La salida del relleno es muy peligrosa. El punto de intersección del camino de acceso al sitio de disposición con la carretera a Olancho está ubicado en un tramo de curva abierta de alta velocidad. Esta es una de las primeras secciones de la carretera donde

³ Fuente: Los datos sobre registros de viento fueron tomados del Aeropuerto Internacional de Toncontín

algunos vehículos utilizan dicho tramo para superar otros a medida que comienzan a alejarse de las áreas urbanas de Tegucigalpa. El problema es acentuado debido a la pobre visibilidad causada por una gran colina que bloquea la visión de los conductores.

Durante las fases del estudio, se han observado en este tramo, muchos vehículos rebasando a otros, en ciertas ocasiones con probabilidades de ocurrir accidentes entre grandes camiones de recolección que salen del sitio de disposición y vehículos que circulan acelerando de su salida de Tegucigalpa. Cualquier accidente que ocurra en este sitio resultaría muy probablemente en fatalidades.

10.3 Plan Preliminar del Mejoramiento

El plan de mejoramiento preliminar para el sitio de disposición final ha sido propuesto de manera lógica. La Figura 10-4 delinea los vínculos entre las actividades y el objetivo del desarrollo integral.

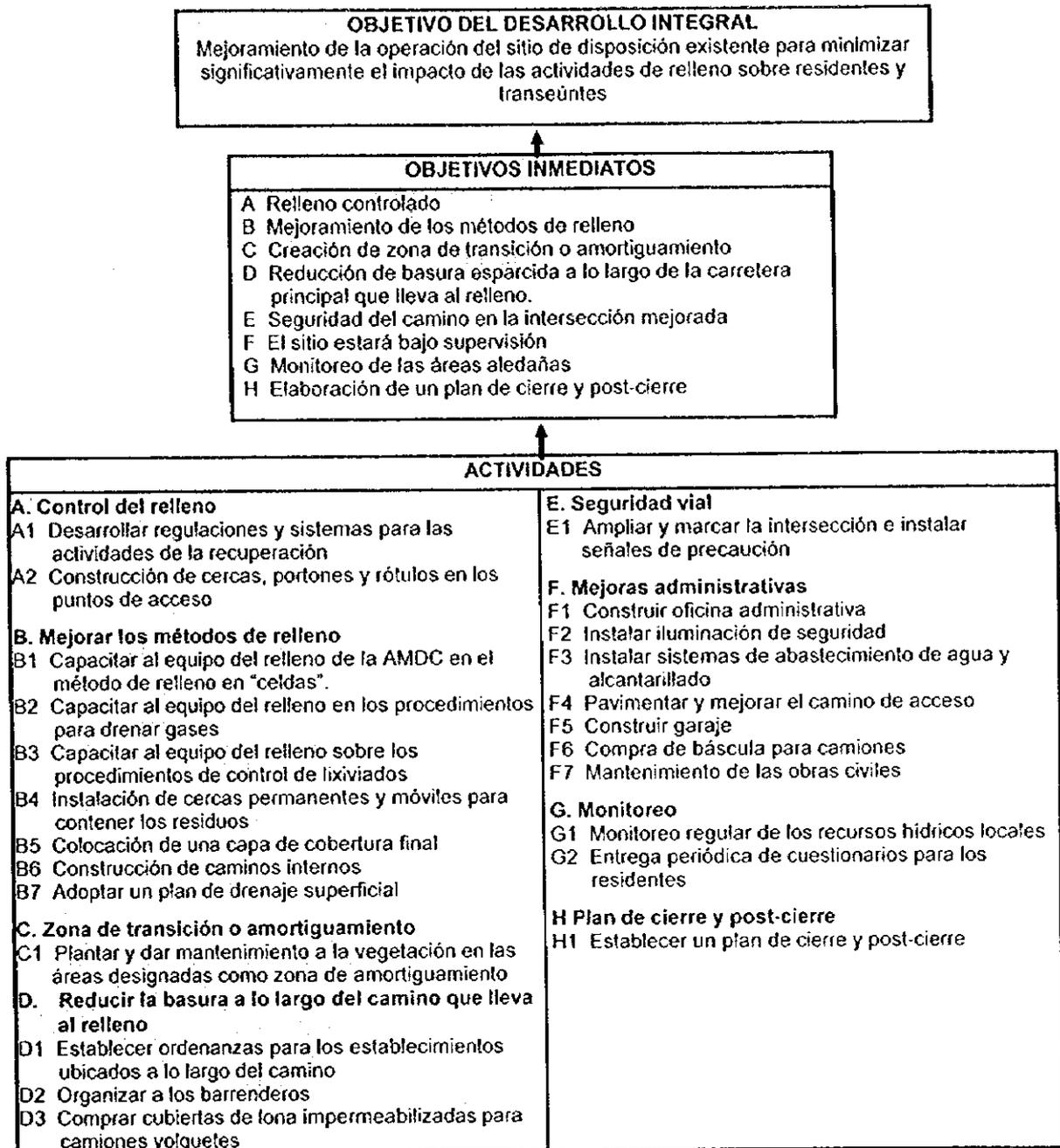


Figura 10-4: Vínculos Lógicos entre Actividades y Objetivos

Para lograr el objetivo del desarrollo integral que fue establecido en el primer recuadro necesario cumplir con los objetivos "inmediatos". Consecuentemente, para cumplir con los objetivos inmediatos, se hace también necesario completar exitosamente con las "actividades" descritas en el recuadro inferior.

El grado de fluidez de este proceso depende de factores externos que deben superar para implementar estas actividades; el más crucial de ellos es el mejoramiento de la capacidad de gestión del Departamento de Limpieza y Aseo. Por ejemplo, el mejoramiento de la capacidad de gestión contribuye a mejorar la capacidad de coordinación y financiamiento. Este mejoramiento permitirá la oportuna adquisición y reemplazo de materiales y repuestos, la disponibilidad de combustible y aceites, el reemplazo periódico de los equipos más importantes (tractores) y la capacitación necesaria del equipo de trabajo (el mejoramiento institucional se detallan en el Capítulo 11).

El plan de mejoramiento se implementará llevando a cabo las actividades anteriormente mencionadas, las que son descritas en las siguientes secciones (10.3.1 a 10.3.8). Muchas de estas actividades están relacionadas con el mejoramiento del sitio existente de disposición final. Un plano esquemático de la propuesta del sitio de disposición mejorado se muestra en la Figura 10-5.

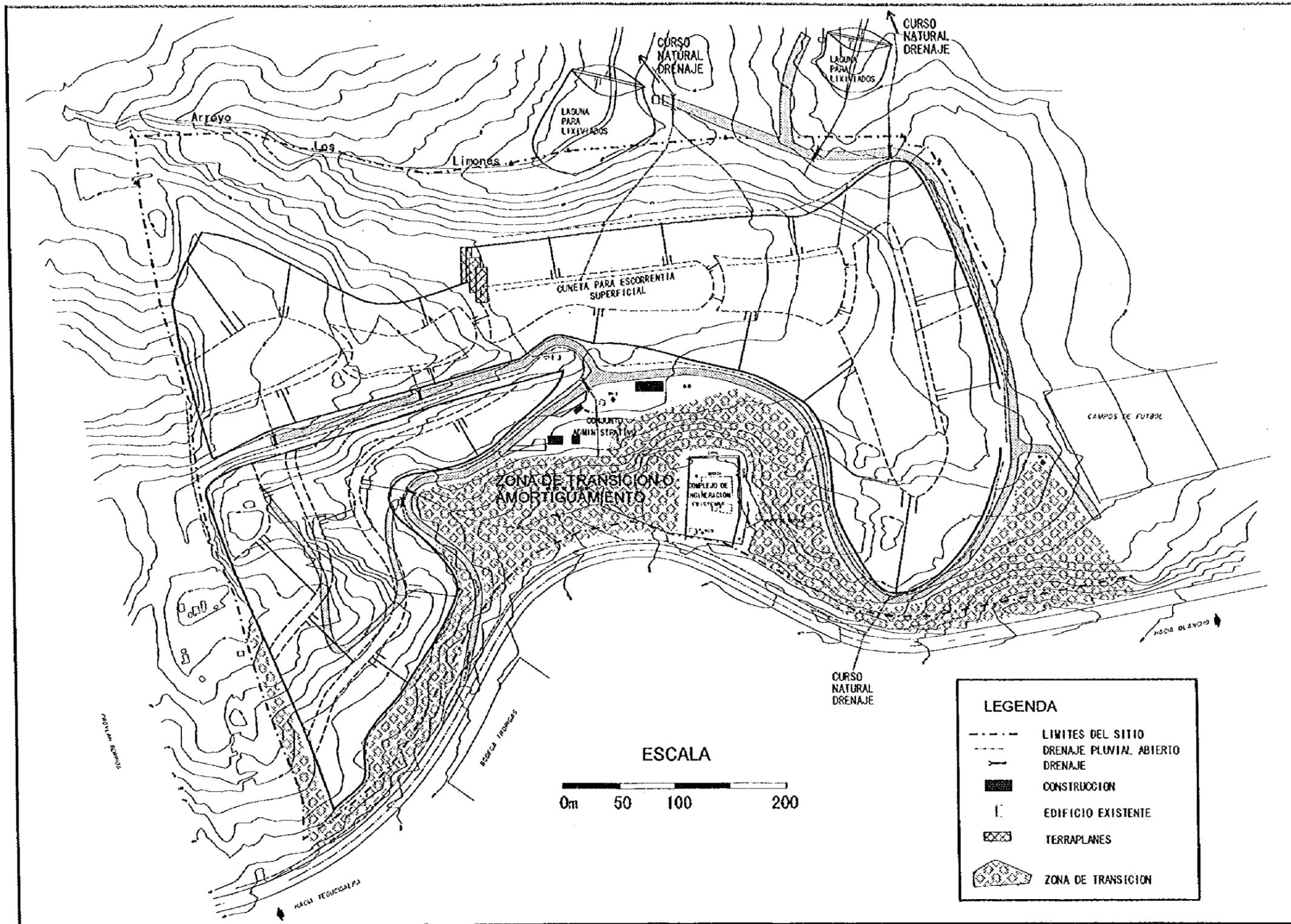


Figura 10-5: Plano Esquemático del Sitio de Disposición Mejorado

10.3.1 Control del Sitio de Disposición

Para realizar los procesos apropiados de relleno es esencial, comenzar a ejercer el control del sitio, es decir, realizar un control sobre lo que entra y sale del sitio y los movimientos dentro del mismo. Como se ha descrito anteriormente, en la actualidad existe poco control sobre los residuos que entran al sitio de disposición y cuándo es ingresado. Más aún, los recuperadores, niños y animales entran con libertad al sitio cuando les place, obstruyendo vehículos, esparciendo residuos a lo largo de todo el sitio durante las actividades de recuperación y siendo los transmisores de enfermedades.

Ante las razones expuestas se proponen dos métodos para controlar el sitio de relleno:

- a. Construcción de cercas, portones y rótulos en el punto de acceso
- b. Establecimiento de regulaciones y sistemas para las actividades de recuperación

Las regulaciones fueron propuestas por el equipo de estudio durante la fase de los proyectos pilotos (ver Sección 9.4). Estas regulaciones fueron desarrolladas en cooperación con los recuperadores y el personal de la AMDC.

Las regulaciones son el punto de inicio de cualquier actividad, las que deberán ser desarrolladas a lo largo del tiempo. El personal de la AMDC deberá mantener un contacto permanente con los recuperadores y sus líderes, de manera que los problemas que surjan con relación al relleno sean superados con la implementación de las regulaciones, las cuales deberán revisadas cuando exista la necesidad. Además, deberá monitorear los aspectos relacionados con la salud y bienestar (la de los recuperadores). Por lo tanto, es indispensable que el personal del relleno y los recuperadores hayan comprendido claramente las regulaciones propuestas.

Además de las regulaciones debe ser desarrollado un sistema de recuperación. Este sistema también debe ser claramente comprendido por los recuperadores y el personal del relleno de la AMDC y ser ejecutado en concordancia con el desarrollo de los procedimientos de relleno.

10.3.2 Mejoramiento de los Métodos de Relleno

En primer lugar debe ser elaborado un manual de operación detallado y puesto a la disposición de todo el personal del relleno sanitario, así como a los administradores y otras autoridades. Este manual describirá también las acciones que deben tomarse en caso de emergencia, por ejemplo, la ocurrencia de equipos defectuosos, incendios, accidentes, etc.

a. Relleno por el Método de Celdas

Se propone que los residuos sean rellenos utilizando el método de celdas. El método de celdas es ampliamente y mundialmente usado y es un componente indispensable del plan para implementar las operaciones de relleno sanitario.

a.1 Construcción de la celda

Todos los residuos descargados son esparcidos y compactados sobre las áreas designadas en capas de aproximadamente 60 cm. Al finalizar el día los residuos son cubiertos completamente con una capa compactada y continua de suelo de 15 cm de espesor. El residuo compactado y la cobertura de suelo constituyen una celda. Una serie

de celdas adyacentes conforman una etapa de levantamiento. Las celdas y los levantamientos son mostrados en la siguiente Figura 10-6:

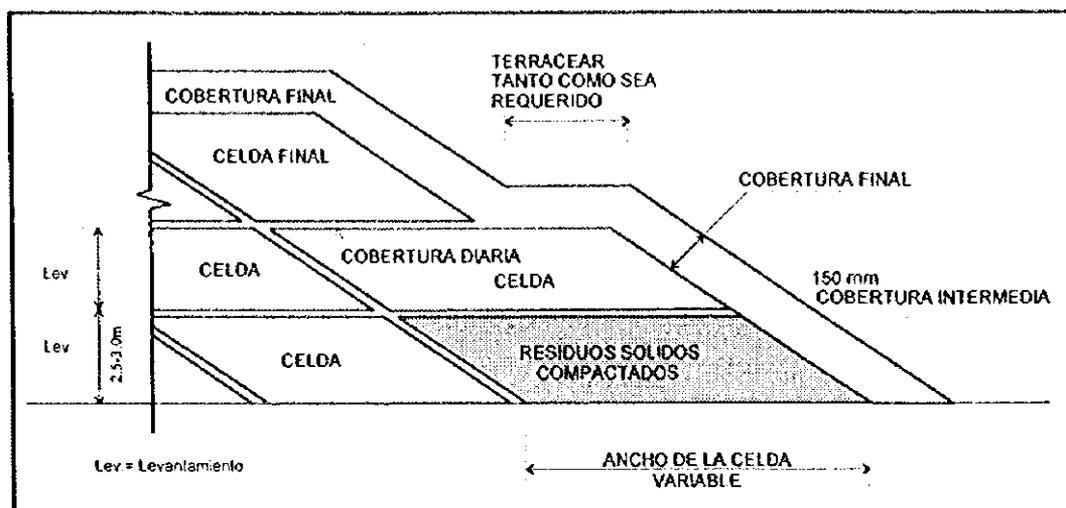


Figura 10-6: Celdas del Relleno

a.2 Proceso del relleno

A través del relleno continuo mediante el método de celdas se obtiene la formación de colinas de residuos. Se propone la formación final del relleno en forma gradual en concordancia con la topografía existente, ampliando en dirección del borde este del sitio de disposición (ver Figura 10-5).

Serán construidas pendientes con alturas mayores a los 18 metros (aproximadamente 6 levantamientos) en forma de terrazas para dar estabilidad a la pendiente. Una terraza correrá a lo largo del borde norte del relleno y servirá como separador entre la colina existente de residuo y el nuevo relleno. Se propone también, la construcción del nuevo área de relleno A₁ en forma de terrazas.

Con relación a la excavación de material de cobertura en el área A₁, se propone ejecutar en forma de pendiente negativa en la dirección de la excavación misma. Esto se realiza para prevenir que el lixiviado generado del futuro relleno en el lugar de excavación, fluya fuera de dicho relleno. Se proveerá un sistema de drenaje superficial para el flujo del lixiviado. Este lixiviado, al contrario, deberá de infiltrarse dentro del subsuelo.

a.3 Disposición de residuos infecciosos

El residuo infeccioso deberá ser dispuesto en el sitio de disposición final en forma temporal (hasta que el problema del incinerador sea resuelto).

El residuo infeccioso dispuesto en el sitio debe ser compactado y cubierto de manera similar a la descrita para otros residuos. Sin embargo, son necesarias medidas adicionales para proteger el personal del relleno y los recuperadores.

En el momento del ingreso de cualquier vehículo conteniendo residuos infecciosos, el conductor/operador (del vehículo) deberá informar al ingeniero residente y recibir instrucciones sobre el lugar donde serán enterrados los residuos. El lugar escogido deberá ser un sector aislado del sitio de disposición y protegido del viento. El personal del relleno que participe en la disposición deberá estar equipado con vestimenta

adecuada, es decir, con máscaras, anteojos protectores, guantes extrafuertes y overoles. Una vez depositado el residuo deberá ser inmediatamente cubierto con desinfectante y cubierto con material de cobertura y compactado. El acceso de los recuperadores a este lugar deberá estar estrictamente prohibido.

a.4 Cobertura diaria de suelo

Según lo descrito anteriormente, el residuo debe ser cubierto diariamente con una capa continua de suelo de 150 mm de espesor. El tipo de material de cobertura se extrae del sitio de disposición, en los bancos de préstamos denominados Λ_1 y Λ_2 .

Con el fin de obtener un material con granulometría bien distribuida, se propone que los tipos de suelos disponibles en el sitio de relleno sean mezclados. Se encontró que la mejor proporción sería obtenida al mezclar 50% del volumen con cenizas volcánicas con otro 50% del volumen de riolita alterada (Cuadro 10-4). Esta mezcla también se propone para la capa de cobertura final y los caminos internos.

Cuadro 10-4: Características de una mezcla de suelo 50/50 en base al volumen

Propiedad	Valor
Prueba Proctor Estandard	1,631 kg/m ³
Humedad óptima	19.4 %
Porcentaje de materiales (USCS)*	
Grava	41 %
Arena	46 %
Materiales finos	13 %
Coefficiente de permeabilidad (k)	3.8×10^{-3} a 1.4×10^{-5} cm/seg.

*USCS: Sistema de clasificación unificada de suelos

b. Ventilación de Gases y su Quema

El personal del relleno deberá construir estructuras para la ventilación de gases a intervalos de 20 metros con el fin de evacuar los gases peligrosos generados por el residuo depositado en el relleno. Las estructuras se construirán con un marco de madera (sección vertical 75x75 mm y sección lateral 50x50 mm) y malla de alambre. Esta estructura se rellenará con piedras/bolones.

Inmediatamente después de colocar la capa final de cobertura se instalará un tubo dentro de la estructura el que servirá para quemar el gas generado.

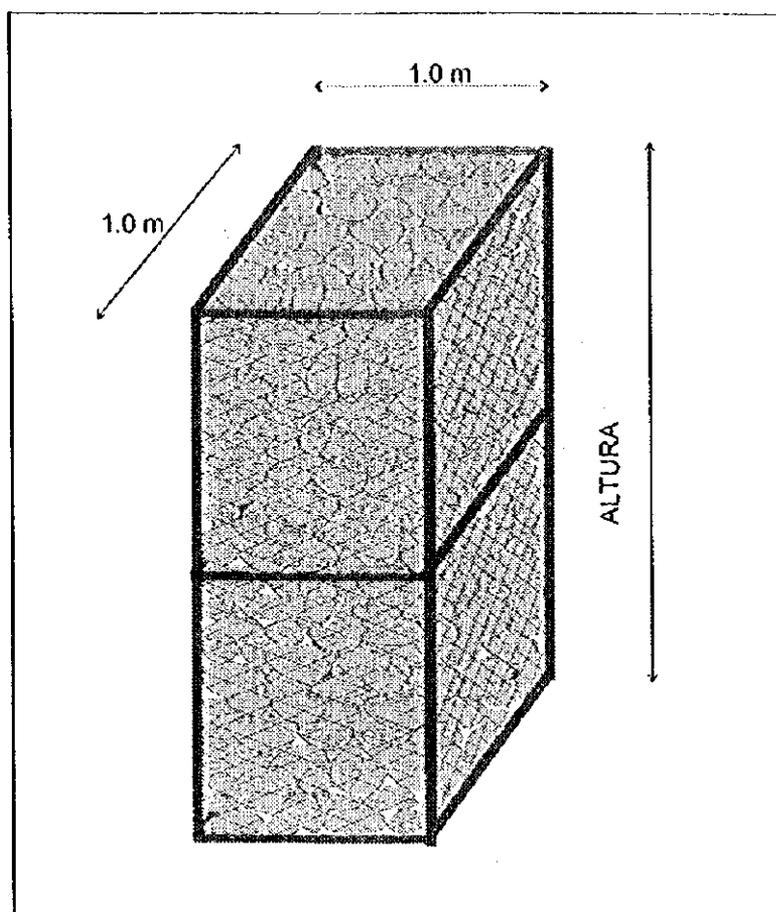


Figura 10-7: Ventilación de Gases

c. Control de Lixiviados

El control de la generación y flujo de lixiviados se puede lograr mediante el uso de mejores técnicas de cobertura de suelo y medidas de control de drenaje superficiales. Una medida adicional propuesta consiste en dar tratamiento al lixiviado que fluye del relleno considerando un sistema de recirculación de lixiviados.

Para la extracción del lixiviado del relleno se propone la instalación de bombas para aguas negras (con carga dinámica de 50 m) a través de mangueras y rociar el líquido sobre el relleno. El rociado sobre el relleno debe ser efectuado asegurando que el lixiviado se evapore o infiltre dentro del área del relleno controlando correctamente el caudal. Se considera crítico que los lixiviados no fluyan hacia el sistema de drenaje superficial creado. En caso de surgir problemas de malos olores el riego de lixiviados debe ser suspendido. Ante esta ocurrencia, se recomienda un método alternativo que consiste en bombear los lixiviados dentro de la estructura de ventilación de gases.

d. Caminos Internos

El punto de descarga y cobertura de los residuos (frente de trabajo) no es fijo. Esto significa que el personal del relleno debe estar construyendo y dando mantenimiento a caminos internos temporales, de manera regular. Los caminos internos deben ser capaces de soportar vehículos pesados de recolección y tractores, bajo condiciones

climáticas variables. Los caminos internos propuestos tendrán las siguientes características:

Ancho mínimo	5 m
Pendiente de las orillas	2 %
Máxima pendiente longitudinal	15%
Material de la superficie	Bien graduado, material bien compactado, mezcla de 50-50 en volumen

e. Cerca para los Residuos

Se han propuesto dos tipos de cercas para residuos: permanentes y móviles. Estas cercas servirán para prevenir que residuos livianos (plástico y papel) sean esparcidos por el viento hacia las áreas aledañas.

Las cercas permanentes para residuos serán construidas a lo largo de la orilla sur de la colina de residuos, con el objetivo de evitar que los residuos sean transportados hacia la carretera a Olanchito. Las cercas móviles para residuos estarán ubicadas en el sitio donde se encuentre el frente de trabajo. Debido a que el viento raramente sopla desde el sur y considerando que la población se encuentra relativamente dispersa, no existe la necesidad de instalar cercas permanentes ni móviles en la orilla norte del relleno.

Las cercas móviles y aproximadamente 200 metros de cercas permanentes fueron construidas durante la etapa de los proyectos pilotos (ver Sección 9.4).

f. Capa de Cobertura Final

La colocación de la capa final de cobertura es una parte esencial del cierre del relleno. Idealmente, el material debe ser capaz de retener la humedad (ayudando a la evapotranspiración) y de atrasar el movimiento ascendente de los gases. Para la impermeabilización es usado a menudo un material de geomembrana, pero dado su alto costo, se propone el uso de materiales existentes en el sitio.

Una mezcla de proporción 50 - 50 en volumen de cenizas y riolita alterada producirá una mezcla bien graduada que sería apropiada para la capa de cobertura final.

Otra característica importante de la capa de cobertura final es su capacidad para sustentar la vida vegetal (tierra vegetal). En consecuencia, la parte superior de la capa de material de cobertura de 15 cm debe ser mezclada con material orgánico rico. Se propone elaborar abono (composte) en el sitio, derivado del material de residuo dispuesto en el relleno.

La capa de cobertura final deberá tener una pendiente mínima del 2% para permitir el escurrimiento de las aguas superficiales y considerar una pendiente máxima de 33% (1:3) para prevenir el agrietamiento de la superficie y la erosión de las pendientes.

g. "Compostaje"

El "Compostaje" puede ser fácilmente producido pero requiere de grandes espacios. El terreno de FENAFUTH puede ser utilizado para este propósito (considerando adquirido el terreno), mientras el sitio existente de disposición es relleno.

b. Mejoras del Drenaje Superficial

Se considerará la instalación de un sistema de drenajes para recolectar y dirigir las aguas superficiales del relleno y las áreas alcañas. Los drenajes deben ser construidos con piedras para evitar grietas y tener una geomembrana (lámina de polietileno) para prevenir que las aguas se infiltren hacia el residuo. Los drenajes deben ser colocados en la pendiente superior y a lo largo de terrazas para que sean efectivos.

Para maximizar el escurrimiento, todas las áreas dentro del relleno deben tener pendientes no menores al 2%. Por otro lado, los terraplenes no deben ser mayores de 1:3.

i. Equipamiento del Relleno

Los principales equipos necesarios para realizar las actividades de relleno se muestran en el Cuadro 10-5.

Cuadro 10-5: Equipo para el Relleno

Equipo	Principal Equipo Necesario												
	Existe	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Tractor D7	3	3	3 (3)	3	4 (1)	4	4	5 (1)	5 (3)	5	5 (1)	6 (1)	6
Cargadora frontal	1	1	1 (1)	1	1	1	1	1	1	1 (1)	1	1	1
Volquete	3	3	3 (3)	3	3	3	3	3	3 (3)	4 (1)	4	4	5 (1)
Pick up	-	1	1 (1)	1	1	1	1	1	1	1 (1)	1	1	1
Camión cisterna	-	1	1 (1)	1	1	1	1	1	1	1 (1)	1	1	1
Motoni-veladora	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

P: Equipo rentado para uso periódico.
Número en paréntesis representa el equipo comprado

10.3.3 Zona de Transición o Amortiguamiento

Las actividades de relleno no son atractivas, aún cuando se realicen bajo procedimientos correctos. El ruido, los olores, el polvo y residuos esparcidos por el viento no pueden ser totalmente eliminados. Por lo tanto, para convertir el lugar en un sitio visualmente agradable desde el exterior y disminuir los efectos del ruido, olor, etc., se construirán zonas de transición o amortiguamiento que consisten de arboledas y de la topografía natural del sitio. El área considerada como zona de transición o amortiguamiento se muestra en la Figura 10-5.

El material de cobertura no debe ser extraído del área marcada como zona de amortiguamiento, ubicada cerca del sector sudoeste del sitio que corre paralela a la carretera a Olancho. Esta área deberá conservarse para constituir un terraplén natural entre el camino y el área futura de relleno A₁.

10.3.4 Reducción de la Basura a lo largo del Camino que lleva al Relleno

La carretera que lleva a Olancho se encuentra llena de basuras provenientes de los puestos que se dedican a la recuperación y de los camiones recolectores que dejan caer las basuras durante el transporte. Para contrarrestar este problema se propone una serie de medidas:

- Establecer ordenanzas contra el esparcimiento de la basura y penalizar a negocios transgresores de los alrededores. Se requieren visitas regulares por parte del inspector de la AMDC a los puestos ubicados en los alrededores del sitio de disposición final, durante las cuales se informará a los dueños sobre las ordenanzas y se aplicarán multas, si fuese necesario.
- Proveer de cubiertas de lona impermeable a los vehículos recolectores (30 volquetes y 2 camiones contenedores).
- Incluir este tramo de la carretera a Olancho dentro de las áreas cubiertas por el barrido de calles efectuado por las micro-empresas.

10.3.5 Seguridad Vial

El punto de intersección del camino de acceso al sitio de disposición con la carretera a Olancho está ubicado en un tramo de curva abierta de alta velocidad. Algunos vehículos utilizan este tramo de la carretera para superar otros, no teniendo en cuenta que vehículos recolectores (que salen del sitio de disposición) pueden ingresar a la carretera en cualquier momento. Complicando la situación, existe un terraplén a la salida del camino de acceso que bloquea la visión de los conductores de los camiones recolectores. Muy a menudo se producen situaciones que podrían terminar en accidentes.

Por lo tanto, se propone realizar los siguientes cambios a la intersección existente:

- Construir un carril de ingreso para los camiones que salen del sitio de disposición.
- Instalar rótulos en ambas direcciones, alertando a los motoristas sobre la salida de camiones en el sector.
- Pintar líneas dobles (prohibido adelantarse) sobre el camino, 300 metros en ambas direcciones a partir de la entrada.

10.3.6 Mejoras Administrativas

a. Personal del Relleno

La propuesta del número de empleados que trabajen a tiempo completo en el relleno sanitario es la siguiente (el número de personal irá gradualmente aumentando, ver sección de estimación de costos):

Posición	Número
Administrador (ingeniero)	1
Asistentes del administrador	2
Operadores de vehículos	6
Asistentes generales	6
Seguridad	6
TOTAL	21

b. Conjunto Administrativo

El conjunto administrativo deberá incluir los siguientes (referir Figura 10-8):

- Edificio de administración
- Área de parqueo
- Vestuarios
- Báscula para camiones y cuarto de control
- Alumbrado de seguridad
- Sistema de abastecimiento de agua y tratamiento de aguas residuales
- Garaje
- Letrinas para los recuperadores

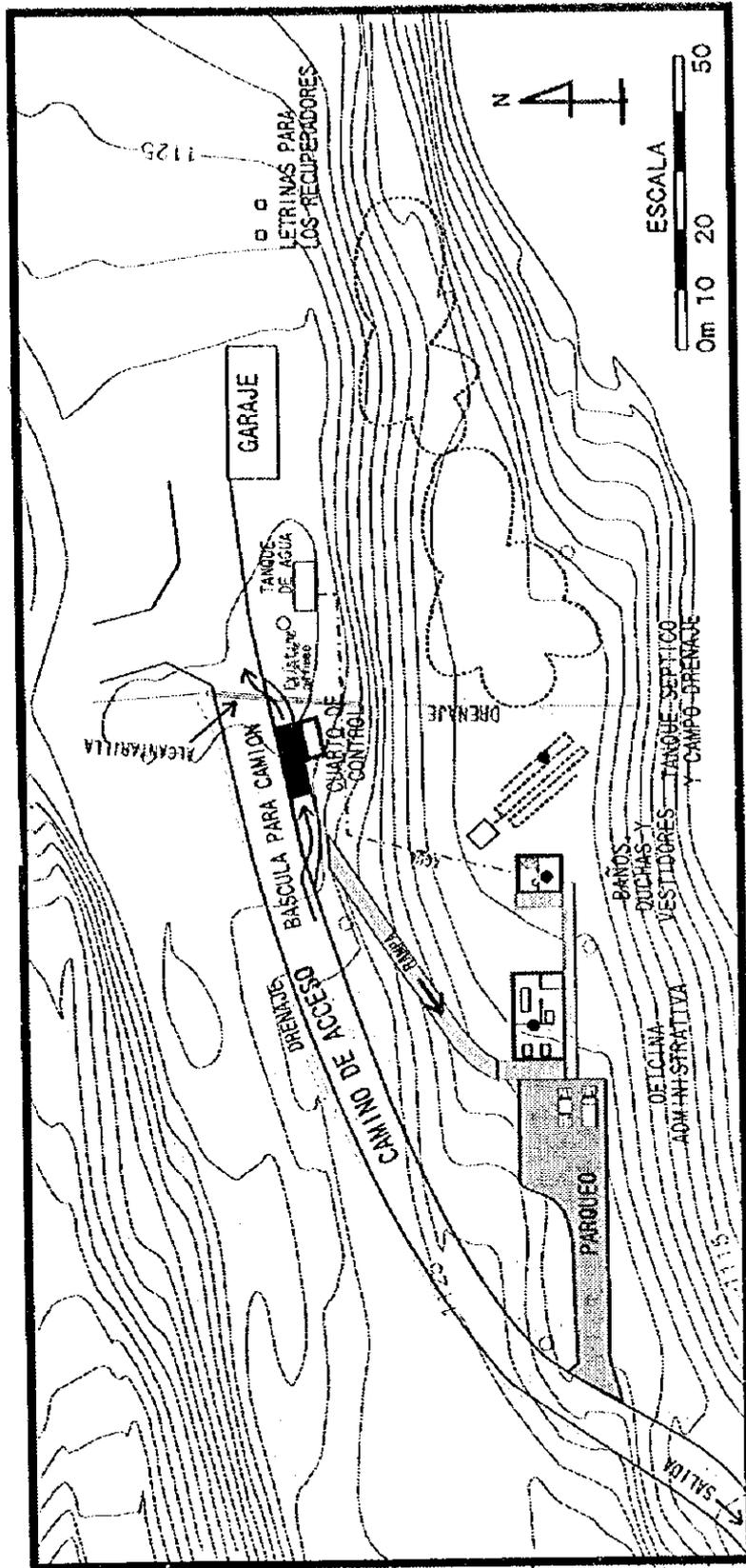


Figura 10-8: Propuesta del Conjunto Administrativo

c. Mantenimiento de las Obras Civiles

Periódicamente, el personal del relleno debe realizar el mantenimiento de las obras civiles. El mantenimiento incluye la limpieza de los drenajes, reparaciones a las cercas de seguridad y retención de residuos livianos y de otras estructuras alrededor del sitio, la limpieza de instalaciones para abastecimiento de agua y tratamiento de aguas negras.

10.3.7 Monitoreo

El monitoreo del sitio de disposición y de las áreas aledañas es crítico para la evaluación sobre el éxito o fracaso de las actividades de mejoramiento del relleno.

Se proponen dos tipos de monitoreo. Primero, es necesario evaluar el efecto de las mejoras del sitio de disposición sobre el grupo objetivo (residentes locales, motoristas en tránsito, etc.). Los residentes o representantes deben reunirse en una asamblea comunitaria, realizando preguntas directas relacionadas con el sitio de disposición y sus mejoras. Estas preguntas pueden ser las siguientes: "¿Ha notado alguna diferencia de los olores que emanan recientemente del relleno?", "¿Ha mejorado la limpieza a lo largo de la carretera?". Además, se pueden realizar las siguientes preguntas generales: "¿Está causando algún problema la disposición del RSM?", "¿Ha notado alguna mejoría en las condiciones?", "¿Qué debe hacerse para mejorar la situación?", etc.

Segundo, es necesario el monitoreo ambiental, es decir, monitorear la calidad del aire y del agua. Las muestras de agua y lixiviados deben ser tomadas frecuentemente (durante todo el año) en distintos puntos a lo largo de las quebradas Los Limones, Los Jutes y en el sitio de disposición. Asimismo, se deben tomar muestras de agua en pozos y manantiales.

10.3.8 Cierre y Post-cierre del Relleno

Se propone que el cierre del relleno una vez alcanzada su máxima capacidad. El plan de cierre y post-cierre debe ser decidido tan pronto como sea posible y realizar revisiones ante importantes cambios ocurridos en el relleno. A continuación se describen elementos importantes relacionados al cierre del relleno.

Se propone la creación de un parque ecológico después de la clausura. Por lo tanto, el plan de cierre debe ser desarrollado con la finalidad de sembrar plantaciones.

Los siguientes elementos deben ser abordados en un plan de cierre del relleno:

- Colocación de una capa final de cobertura
- Drenaje de aguas superficiales
- Control de gases emitidos por el relleno
- Control de lixiviados
- Monitoreo ambiental

10.4 Posibles Efectos Ambientales

10.4.1 Impacto Ambiental de las Actividades del Mejoramiento

El impacto del mejoramiento de las operaciones en el relleno será totalmente beneficioso. La magnitud de los olores, polvo, humo, vectores y basura esparcida disminuirá drásticamente, contribuyendo al mejoramiento ambiental del entorno para los residentes y los motoristas que transitarán con mayor seguridad y en mejores condiciones. Además, con la creación de una zona de transición o amortiguamiento y el plan de cierre, que incluye el desarrollo de un parque ecológico, el aspecto estético del sitio se verá radicalmente mejorado (ver Cuadro 10-6).

Sin embargo, se deberá tener cuidado en no extender el sitio a áreas donde no se ha realizado todavía el relleno (áreas A₁ y A₂). Si las prácticas actuales de relleno son llevadas a cabo sobre estas áreas, el impacto ambiental puede ser severo.

Cuadro 10-6: Impacto Ambiental del Plan Integral

Impacto Ambiental del Plan Integral	+++ muy positivo --- muy negativo
Aire	
Humo	+++
Polvo	++
Insectos y vectores	+++
SO _x	-
Olores	++
Agua	
Calidad del agua subterránea	++
Calidad del agua superficial	++
Vida acuática	+
Aspectos relacionados al uso del suelo	
Flora y fauna nativa	++
Erosión	++
Asentamiento del terreno/falla de la pendiente	++
Calidad del suelo	+
Oportunidades futuras de desarrollo	++
Aspecto estético	+++
Aspecto social	
Ingresos de los recuperadores	0
Salud y bienestar de los recuperadores	++
Ruido y vibración	-

10.5 Disposición de los Residuos más allá del Año 2006

10.5.1 Antecedentes

El sitio propuesto para los trabajos de relleno más allá del año 2006, corresponde a un terreno (aproximadamente 11 hectáreas) ubicado al este del sitio existente de disposición y pertenece actualmente a FENAFUTII (Federación Nacional de Fútbol de Honduras). La principal preocupación de uso del área como relleno es verificar la aceptación del proyecto por parte de los residentes que comparten el límite de los terrenos de FENAFUTII.

El relleno propuesto consiste en utilizar la misma metodología definida para el sitio de disposición actual. La colina de residuos que corre paralela al límite este del sitio existente de disposición final será usada como base, a partir de la cual comenzará el relleno del terreno de FENAFUTII.

Si se supone que serán rellenadas 6 hectáreas del terreno de FENAFUTII, con un promedio de relleno de 35 metros de grosor, se dispondrá de un espacio total de 2.1 millones de metros cúbicos. Esta cantidad sumada a los 2.44 millones de metros cúbicos disponible dentro del sitio de disposición es suficiente para cubrir las necesidades de disposición final hasta el año 2010, considerando que las proyecciones de las tendencias de relleno continúen según lo estimado.

Capítulo 11

*Mejoramiento del Sistema de
Recolección y Transporte*



11 Mejoramiento del Sistema de Recolección y Transporte

11.1 Condiciones de Diseño

a. Distancia Promedio de Transporte hacia el Sitio de Disposición

Aunque la distancia desde el centro de la ciudad al sitio de disposición existente es de 6.5 km, la distancia real del área de recolección al sitio de disposición existente es difícil de determinarse debido a las características topográficas. Por otro lado, no se conoce aún la ubicación del futuro sitio de disposición a ser usado después del año 2006. Por lo tanto, para el estudio de factibilidad se han asumido distancias promedios de transporte.

Las distancias promedios de transporte asumidos son las siguientes:

- Para camiones compactadores y volquetes: 30 km
- Para camiones contenedores: 36 km

b. Metas

El Cuadro 11-1 muestra las metas para el mejoramiento del sistema de recolección y transporte en los proyectos prioritarios.

La Figura 11-1 muestra la población servida en los proyectos prioritarios.

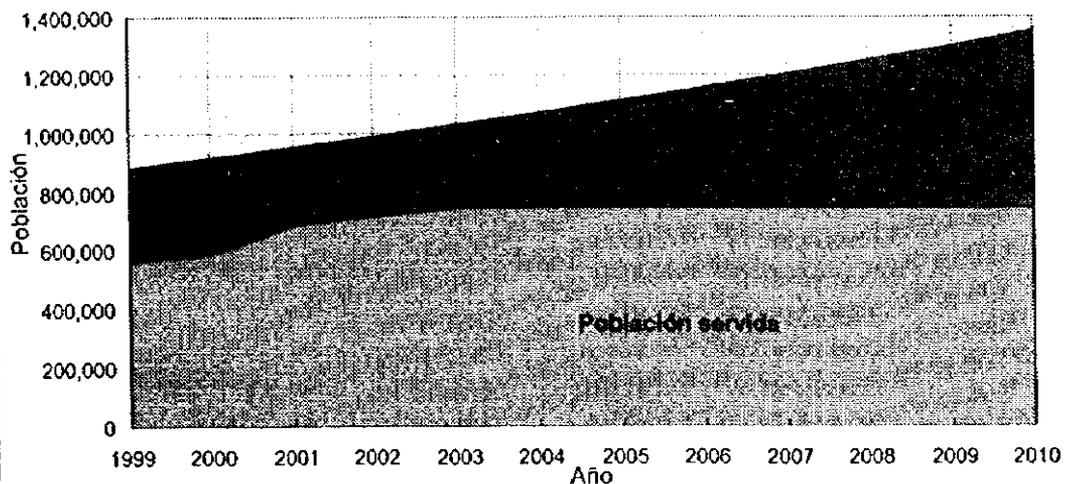


Figura 11-1: Población Servida en los Proyectos Prioritarios

11 Mejoramiento del Sistema de Transporte

11.1 Condiciones de Diseño

a. Distancia Promedio de Tránsito

El tiempo promedio de tránsito en un sistema de transporte puede ser expresado como una función de la distancia promedio de tránsito y la velocidad promedio de tránsito. La distancia promedio de tránsito puede ser expresada como una función de la población servida y la densidad de población.

- 1. Distancia Promedio de Tránsito
- 2. Población Servida

b. Metas

El tiempo promedio de tránsito puede ser expresado como una función de la distancia promedio de tránsito y la velocidad promedio de tránsito. La distancia promedio de tránsito puede ser expresada como una función de la población servida y la densidad de población.

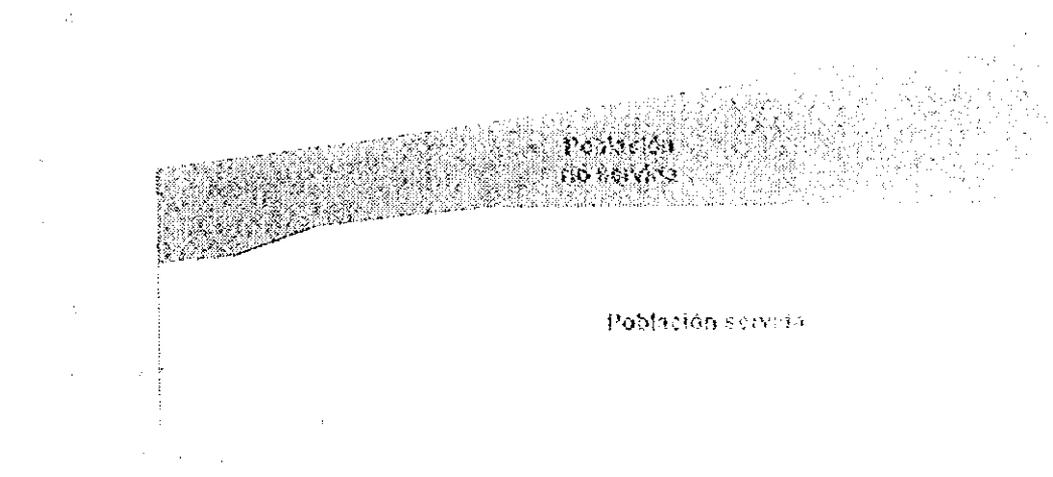


Figura 11.1.1. Distancia Promedio de Tránsito

Cuadro 11-1: Metas para el Mejoramiento del Sistema de Recolección y Transporte para los Proyectos Prioritarios

Concepto	Unid.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Tasa de recolección	%	64	64	64	72	72	72	70	67	64	62	60	57	55
Tasa de reciclaje	%	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
Longitud de barrido de calles	km	180	180	180	180	190	190	190	200	210	220	230	240	250
Disposición final														
1. Cantidad de Residuo Generado														
Residuo domiciliario	t/d	481	514	550	586	626	667	691	718	745	774	803	834	865
Residuo no domiciliario	t/d	318	342	367	392	419	447	464	481	499	517	536	556	577
Residuo de barrido de calles	t/d	134	144	155	166	177	190	197	205	213	222	230	239	249
2. Cantidad de Recolección														
Recolección de residuo domiciliario	t/d	309	330	352	422	451	480	480	480	480	480	480	480	480
Recolección de residuo no domiciliario	t/d	213	229	246	294	314	336	336	336	336	336	336	336	336
Recolección de residuo de calles	t/d	67	72	77	99	106	114	114	114	114	114	114	114	114
Recolección de residuo de barrido de calles	t/d	28	28	28	28	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Transporte directo	t/d	27	29	31	33	35	38	38	38	38	38	38	38	38
Disposición in-situ	t/d	19	21	22	24	25	27	27	27	27	27	27	27	27
Reciclaje	t/d	0	7	8	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11
No recolectado	t/d	-126	-128	-137	-98	-104	-111	-135	-162	-189	-218	-247	-278	-309
3. Tasa de Servicio	%	64	64	64	72	72	72	70	67	64	62	60	57	55
Residentes de ingresos altos	%	90	90	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Residentes de ingresos medios	%	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	93	93	93
Residentes de ingresos bajos	%	50	50	50	55	55	55	60	60	60	60	70	70	70
4. Población Servida														
4.1 Población servida														
Residentes de ingresos altos	t/d	543,270	565,568	588,781	685,868	714,392	744,099	744,099	744,099	744,099	744,099	744,099	744,099	744,099
Residentes de ingresos medios	t/d	152,795	154,848	156,325	176,353	178,350	180,232	180,232	180,232	180,232	180,232	180,232	180,232	180,232
Residentes de ingresos bajos	t/d	178,260	194,552	211,851	263,099	285,360	308,969	308,969	308,969	308,969	308,969	308,969	308,969	308,969
4.2 Población no servida														
Residentes de ingresos altos	t/d	212,215	216,169	220,105	246,417	250,681	254,899	254,899	254,899	254,899	254,899	254,899	254,899	254,899
Residentes de ingresos medios	t/d	305,589	316,754	328,323	267,389	276,443	285,796	326,396	368,596	412,459	458,052	505,442	554,700	605,901
Residentes de ingresos bajos	t/d	16,977	17,205	17,425	0	0	0	1,753	3,363	4,818	6,102	7,200	8,094	8,768
Residentes de ingresos medios	t/d	76,397	83,379	90,793	65,775	71,340	77,242	108,525	141,673	176,786	213,967	253,325	294,973	339,032
Residentes de ingresos bajos	t/d	212,215	216,169	220,105	201,614	205,103	208,554	216,119	223,560	230,855	237,983	244,917	251,633	258,101
5. Cantidad de disposición Final														
Residuo municipal	t/d	353	11	358	383	455	486	517	517	517	517	517	517	517
Otros	t/d	343	1	347	370	442	472	503	503	503	503	503	503	503
	t/d	10	11	12	12	13	14	14	14	14	14	14	14	14

11.2 Rendimiento del Equipo de Recolección

a. Rendimiento de Vehículos de Recolección de Residuos

Esta sección compara siete diferentes camiones de recolección de residuos en función del costo unitario de recolección.

a.1 Ecuación para el cálculo de rendimiento

Para el cálculo de rendimiento fueron adoptadas las siguientes fórmulas:

$$Tr = \frac{60 \times t1 - t2 \times E}{D \div V + t3 + t4}$$

Tr: número de viajes por día (viajes)

D: Distancia por viaje (km)

V: Velocidad del vehículo (km/h)

t1: Horas de trabajo por día (horas)

t2: Tiempo de servicio diario para inspección y abastecimiento de diesel, etc.
(min)

t3: Tiempo de carga de residuos (min)

t4: Tiempo de descarga de residuos (min)

E: Eficiencia de trabajo

$$Qd = q \times d \times f \times Tr$$

Qd: Residuo cargado por día

q: Capacidad de volumen de un camión contenedor o volquete (m³)

d: Densidad del residuo cuando es transportado (ton/m³)

f: Eficiencia de trabajo

a.2 Determinación de rendimiento de camiones de recolección de residuos

El Cuadro 11-2 muestra la determinación de rendimiento de camiones de recolección de residuos en conformidad con las fórmulas anteriores.

Cuadro 11-2: Determinación de Rendimiento de Camiones de Recolección de Residuos

Puntos	Unidad	Cam. basc.	Cam. basc.	Cam. Armroll	Cam. cont.	Compac tador	Compac tador	Compac tador
Capacidad en peso	t	6	8	10	8	6	10	10
Capacidad en volumen	m ³	5.5	8	10	12	8	15	13
Distancia de un viaje	km	36	36	36	30	30	30	30
Velocidad del vehículo	km/h	35	35	35	35	35	35	35
Gravedad específica del residuo	t/m ³	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Densidad del residuo al transportar	t/m ³	0.2	0.2	0.2	0.3	0.45	0.45	0.45
t1: Hora de trabajo	h	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
t2: Tiempo de servicio diario	min	30	30	30	30	30	30	30
t3: Tiempo de carga por viaje	min	5	5	5	120	45	120	120
t4: Tiempo de descarga	min	5	5	5	5	5	5	5
E: Eficiencia de trabajo del transporte		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
f: Eficiencia de trabajo del transporte		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Números de viajes por día	veces	5.27	5.27	5.27	2.14	3.73	2.14	2.14
Nos. ajustados de viajes por día	veces	5.27	5.27	5.27	2.00	3.00	2.00	2.00
Residuo cargado por viaje	t/ viaje	0.99	1.44	1.80	3.24	3.24	6.08	5.27
Residuo cargado por día	Ud	5.22	7.59	9.49	6.48	9.72	12.15	10.53
Residuo cargado por mes	U mes	125	182	228	156	233	292	253
Residuo cargado por año	U año	1,503	2,186	2,732	1,866	2,799	3,499	3,033

11.3 Comparación de Costos de Equipos

Para seleccionar los diferentes tipos de equipos de recolección, fueron calculados los costos unitarios de O y M.

Rubro	Concepto	Unidad	Cantidad	Tasa unit. Lps	Cantidad Lps/año
Mano de obra	Chofer	Pers./año	1	33,040.00	33,040
	Recolector	Pers./año	4	33,040.00	132,160
Material	Diesel	Litros/año	24,185	4.22	102,062
	Aceite	15%		102,061.98	15,309
	Repuestos	10%		750,181.44	75,018
Reparación		5%		750,181.44	37,509
Total					395,098
		10 ³ Lps			395
Cantidad de residuo recolectado		ton/año			3,499
Costo de O y M por tonelada		Lps/ton			113

Rubro	Concepto	Unidad	Cantidad	Tasa unit. Lps	Cantidad Lps/año
Mano de obra	Chofer	Pers./año	1	33,040.00	33,040
	Recolector	Pers./año	3	33,040.00	99,120
Material	Diesel	Litros/año	18,347	4.22	77,426
	Aceite	15%		77,426.33	11,614
	Repuestos	10%		495,119.75	49,512
Reparación		5%		495,119.75	24,756
Total					295,468
		10 ³ Lps			295
Cantidad de residuo recolectado		ton/año			2,799
Costo de O y M por tonelada		Lps/ton			105

Rubro	Concepto	Unidad	Cantidad	Tasa unit. Lps	Cantidad Lps/año
Mano de obra	Chofer	Pers./año	1	33,040.00	33,040
	Recolector	Pers./año	5	33,040.00	165,200
Material	Diesel	Litros/año	17,059	4.22	71,987
	Aceite	15%		71,987.29	10,798
	Repuestos	10%		495,119.75	49,512
	Lona impermeable		1	3,000.00	3,000
Reparación		5%		495,119.75	24,756
Total					358,293
		10 ³ Lps			358
Cantidad de residuo recolectado		ton/año			1,866
Costo de O y M por tonelada		Lps/ton			192

Rubro	Concepto	Unidad	Cantidad	Tasa unit. Lps	Cantidad Lps/año
Mano de obra	Chofer	Pers./año	1	33,040.00	33,040
	Recolector	Pers./año	1	33,040.00	33,040
Material	Diesel	Litros/año	17,059	4.22	71,987
	Aceite	15%		71,987.29	10,798
	Repuestos	10%		495,119.75	49,512
	Lona impermeable		1	3,000.00	3,000
Reparación		5%		495,119.75	24,756
Total					226,133
		10 ³ Lps			226
Cantidad de residuo recolectado		ton/año			1,503
Costo de O y M por tonelada		Lps/ton			150

Camión "roll-off roll-on" de 10m ³					
Rubro	Concepto	Unidad	Cantidad	Tasa unit. Lps	Cantidad Lps/año
Mano de obra	Chofer	Pers./año	1	33,040.00	33,040
	Recolector	Pers./año	1	33,040.00	33,040
Material	Diesel	Litros/año	18,347	4.22	77,426
	Áceite	15%		77,426.33	11,614
	Repuestos	10%		630,152.41	63,015
	Lona impermeable		1	3,000.00	3,000
Reparación		5%		630,152.41	31,508
Total					252,643
		10 ³ Lps			253
Cantidad de residuo recolectado		ton/año			2,732
Costo de O y M por tonelada		Lps/ton			93

Costos de mantenimiento para contenedores			
Contenedor de 5.5m ³	5% del precio base	16.80	En miles Lps/año
Contenedor de 10m ³	5% del precio base	39.20	En miles Lps/año

11.4 Plan de Equipo de Recolección

a. Equipo de Recolección Propuesto

Tomando en consideración los resultados del Capítulo 5, fueron seleccionados los siguientes equipos para la recolección de residuos y determinadas las unidades para la O y M:

Cuadro 11-3: Equipos Propuestos para la Recolección y Transporte

Tipo de equipo	Area
Compactador 15 m ³	Áreas residenciales de ingreso alto y medio
Compactador 13 m ³	Áreas residenciales de ingreso alto y medio
Compactador 8 m ³	Centro de la ciudad
Camión volquete 12 m ³	Áreas residenciales de ingreso bajo
Camión contenedor 5.5 m ³	Áreas marginales, estación de recolección para residuos de barrido de calles
Camión contenedor 10 m ³	Áreas marginales, estación de recolección para residuos de barrido de calles
Camión de alquiler 6 m ³	Áreas residenciales de ingreso bajo, ajuste para un número requerido de equipos

b. Plan de Expansión de la Participación del Sector Privado para Trabajos de Recolección

El concepto de asignación de trabajos a la operación directa del sector público y el sector privado fue establecido según el siguiente cuadro:

Tipo	Asignación	Ejemplos
Operación directa	Áreas problemáticas	a) Donde existen los caminos son estrechos, congestión de tráfico y difícil acceso b) Donde la infraestructura es pobre, especialmente caminos
Contratación	Áreas estándar	Áreas residenciales estándares

El Cuadro 11-4 muestran las tasas de los trabajos de operación directa y los trabajos de contratación, las cuales fueron asumidas para la planificación de los proyectos prioritarios.

Cuadro 11-4: Tasa Planificada de los Trabajos de Operación Directa y Contratación

Categoría	Concepto	Unidad	1999	2000	2001	2002	Después de 2003
Cantidad de recolección	Operación directa	ton/día	230	252	222	251	280
	Contratación	ton/día	100	100	200	200	200
	Cantidad de recolección total	ton/día	330	352	422	451	480
Tasa	Operación directa	%	70%	72%	53%	56%	58%
	Contratación	%	30%	28%	47%	44%	42%

c. Número planificado de Equipos a ser Operados Directamente

El Cuadro 11-5 muestra el número planificado de equipos a ser operados directamente por la UERS o la EML.

Cuadro 11-5: Número Planificado de Equipos a ser Operados Directa

Equipo	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Compactador 15m ³	11	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Compactador 13m ³	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Compactador 8m ³	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3
Cam. volquete 12m ³	10	10	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Cam. basculante 5.5m ³	1	1	0	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Cam. roll-on roll-off 10m ³	1	1	0	0	9	9	9	9	9	9	9	9
Contenedor 5.5m ³	11	11	0	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Contenedor 10m ³	13	13	0	0	90	90	90	90	90	90	90	90
Camión de alquiler	0	3	29	16	8	8	8	8	8	8	8	8

d. Programa de Adquisición de Equipos

El Cuadro 11-6 muestra el programa de adquisición de equipos para recolección de residuos de acuerdo al programa anterior.

Cuadro 11-6: Programa de Adquisición de Equipos para la Recolección de Residuos

Equipo	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Compactador 15m ³		10							10			
Compactador 8m ³				3							3	
Cam. volquete 12m ³			5							5		
Cam. basculante 5.5m ³			9							9		
Cam. roll-on roll-off 10m ³				9							9	
Contenedor 5.5m ³			90							90		
Contenedor 10m ³				90							90	

11.5 Estimación de Costos de los Proyectos Prioritarios

11.5.1 Disposición Final

a. Inversión

El Cuadro 11-7 muestra el programa de inversiones para la disposición final.

Cuadro 11-7: Programa de Inversiones para la Disposición Final

Unidad: 1000 Lps

Concepto	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Equipo												
Tractor 210Hp	0	8,884	0	2,961	0	0	0	8,884	0	2,961	0	0
Cargadora s/ruedas 150Hp	0	891	0	0	0	0	0	891	0	0	0	0
Volquete 10ton	0	1,733	0	0	0	0	0	1,733	0	0	0	0
Tanque cisterna	0	422	0	0	0	0	0	422	0	0	0	0
Camioneta pick-up	0	234	0	0	0	0	0	234	0	0	0	0
Mejoramiento de instalaciones	6,332	1,128	1,158	808	1,403	2,458	1,620	1,879	1,614	1,562	1,628	1,617

b. Costos de Operación y Mantenimiento

El Cuadro 11-8 muestra los costos de O y M necesarios para la disposición final. Los costos de O y M necesarios después del 2003 serán constantes.

Cuadro 11-8: Costos de O y M para la Disposición Final

Unidad: 1000 Lps

Concepto	Detalle	1999	2000	2001	2002	Después del 2003 anualmente
Diesel	Tractor, 210HP	726	726	726	726	968
	Cargadora s/ruedas, 150HP	145	145	145	145	145
	Volquete, 10tons	145	145	145	145	145
	Tanque cisterna	0	19	19	19	19
	Camioneta pick-up	0	19	19	19	19
Lubricantes	15% de diesel	152	158	158	158	195
Repuestos	10% del precio base	921	973	973	973	1,210
Reparación	5% del precio base	460	487	487	487	605
Mano de obra	Gerente	132	132	132	132	132
	Gerente asistente	116	116	231	231	231
	Operador	231	297	297	297	330
	Operador de báscula	66	66	66	66	66
	Peón	330	330	330	396	396
	Guardián seguridad	99	99	99	99	99
	Total		3,525	3,714	3,830	3,896
Misceláneos	10% del costo directo de O y M	352	371	383	390	456
Alquiler	Motoniveladora	120	120	120	120	120
Total O y M		3,997	4,205	4,333	4,405	5,139

11.5.2 Recolección y transporte

a. Programa de Inversión para Equipos

El Cuadro 11-9 muestra el programa de inversiones para equipos de recolección de residuos.

Cuadro 11-9: Programa de Inversiones para Equipos de Recolección de Residuos

Unidad: 1000Lps

Equipo	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Compactador 15m ³		10,503	0	0	0	0	0	0	10,503	0	0	0
Compactador 8m ³		0	0	2,080	0	0	0	0	0	0	2,080	0
Cam. volquete 12m ³		0	3,466	0	0	0	0	0	0	3,466	0	0
Cam. bascul. 8m ³		0	6,239	0	0	0	0	0	0	6,239	0	0
Roll-on roll-off 10m ³		0	0	7,940	0	0	0	0	0	0	7,940	0
Contenedor 5.5m ³		0	1,512	0	0	0	0	0	0	1,512	0	0
Contenedor 10m ³		0	0	3,528	0	0	0	0	0	0	3,528	0
Total		10,503	11,216	13,547	0	0	0	0	10,503	11,216	13,547	0

b. Costos de Operación y Mantenimiento

El Cuadro 11-10 muestra los costos necesarios para la operación y mantenimiento. Dentro del cuadro también están indicados los costos necesarios para la contratación.

Cuadro 11-10: Costos Necesarios para la Operación y Mantenimiento

Unidad: 1000Lps

Equipo	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Operación Directa												
Compactador 15m ³	4,345	4,345	3,950	3,950	3,950	3,950	3,950	3,950	3,950	3,950	3,950	3,950
Compactador 13m ³	4,230	4,230	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Compactador 8m ³	0	0	0	0	885	885	885	885	885	885	885	885
Cam. volquete 12m ³	1,074	1,074	0	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790
Cam. volquete 6m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cam. bascul. 5.5m ³	226	226	0	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034
Roll-on roll-off 10m ³	253	253	0	0	2,277	2,277	2,277	2,277	2,277	2,277	2,277	2,277
Contenedor 5.5m ³	9	9	0	76	76	76	76	76	76	76	76	76
Contenedor 10m ³	25	25	0	0	176	176	176	176	176	176	176	176
Camión de alquiler	0	1,404	13,572	7,488	3,744	3,744	3,744	3,744	3,744	3,744	3,744	3,744
Sub-Total	10,163	11,567	17,522	15,338	14,932							
Contratación												
Sub-total	10,950	10,950	21,900	21,900	21,900	21,900	21,900	21,900	21,900	21,900	21,900	21,900
Costo total O y M	21,113	22,517	39,422	37,238	36,832							

11.5.3 Costo Global para los Proyectos Prioritarios

El Cuadro 11-11 muestra los costos globales para los proyectos prioritarios.

Cuadro 11-11: Resumen de Costos del Proyecto de los Proyectos Prioritarios

Unidad: 1000 Lps

Rubro	Concepto	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Recolección y transporte	Inversión	0	10,503	11,216	13,547	0	0	0	0	10,503	11,216	13,547	0
	O y M	10,163	11,567	17,522	15,338	14,932	14,932	14,932	14,932	14,932	14,932	14,932	14,932
	Contratación	10,950	10,950	21,900	21,900	21,900	21,900	21,900	21,900	21,900	21,900	21,900	21,900
Barrido de calles	Inversión	0	656	0	0	0	0	0	0	656	0	0	0
	O y M	2,840	2,840	3,316	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500
	Contratación	6,730	6,730	6,730	7,104	7,104	7,104	7,104	7,104	7,104	7,104	7,104	7,104
Reciclaje	Inversión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	O y M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sitio de disposición	Inversión	6,332	12,164	0	2,961	0	0	0	14,043	0	2,961	0	0
	O y M	3,997	5,334	5,491	5,214	6,542	7,597	6,759	5,139	6,753	6,701	6,767	6,756
Gastos generales	Tasa	15%	15%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%
	O y M	2,550	2,961	4,739	4,329	4,495	4,685	4,534	4,243	4,533	4,524	4,536	4,534
	Inversión	6,332	23,323	11,216	16,509	0	0	0	14,043	11,159	14,178	13,547	0
Total	O y M	19,550	22,702	31,069	28,381	29,470	30,715	29,725	27,814	29,719	29,657	29,735	29,722
	Contratación	17,680	17,680	28,630	29,004	29,004	29,004	29,004	29,004	29,004	29,004	29,004	29,004
	Total	43,562	63,705	70,915	73,894	58,474	59,719	58,729	70,861	69,882	72,838	72,286	58,726

Capítulo 12

*Mejoramiento del
Sistema Institucional*

12 Mejoramiento del Sistema Institucional

12.1 Introducción

a. Importancia del Sistema Institucional en el MRS

El manejo de residuos sólidos (MRS) responde a una necesidad conjunta de toda la comunidad, la ciudad está limpia o no lo está; es así, que a diferencia de otros servicios públicos éste es un servicio compulsivo que hay que prestar aún si el cliente no contribuye a su sostenimiento. No se puede "cortar" o suspender por falta de pago, y por ello, la comunidad se beneficia o se perjudica en función de la actitud y grado de participación de sus residentes.

Esta participación es posible lograrla cuando la comunidad toma conciencia de la importancia de vivir en un entorno limpio y sano, que proteja su salud y el ambiente. El éxito dependerá, entonces, del establecimiento de un servicio de aseo urbano debidamente planificado con la mayor cobertura posible; frecuencias y horarios que se cumplan, limpieza permanente de las vías públicas con el apoyo de los transeúntes; programas de reducción, reuso y reciclaje de residuos aprovechables; ubicación y operación de la disposición final de los RSM en rellenos sanitarios que protejan la calidad del suelo, agua y aire que los circunda.

El funcionamiento armónico de estas actividades se logra a través de un marco institucional moderno que haga posible el establecimiento de una administración eficaz que conduzca al desarrollo sostenible del sistema.

b. Identificación de los Problemas Institucionales Existentes

El rápido crecimiento urbano de la ciudad de Tegucigalpa y la tasa de crecimiento del PIB esperada del 6% al 7% duplicarán la producción de residuos sólidos municipales (RSM) en los próximos diez años. Esta importante demanda de servicios requerirá necesariamente de una nueva estructura institucional que responda con eficacia y eficiencia a esta necesidad pública.

El modelo institucional que se elija deberá minimizar los limitantes que actualmente impiden la prestación de un buen servicio de MRS en Tegucigalpa; siendo las más relevantes las siguientes:

- a) Nivel jerárquico insuficiente dentro de estructura municipal
- b) Débil estructura organizativa
- c) Limitada capacidad para la toma de decisiones
- d) Lentitud en los trámites administrativos
- e) Recursos humanos con falta de motivación
- f) Gran número de clientes no realizan los correspondientes pagos
- g) Tasas y tarifas que no corresponden a los servicios que se prestan
- h) Registros contables que no reflejan los ingresos y egresos con precisión
- i) Desconocimiento de los costos reales de los servicios
- j) Desbalance de las rutas de recolección y aseo de calles
- k) Insuficiente cobertura (80 ton/día de residuos domiciliarios no se recogen)
- l) Desorden e incumplimiento en las frecuencias y horarios
- m) Vertedero que atenta la salud pública y el ambiente

- n) Daños del equipo y maquinaria por falta de un adecuado mantenimiento y bajo rendimiento por la demora en el suministro de repuestos
- o) Inexistencia de objetivos, metas, de planificación y desarrollo de los servicios
- p) Falta de control y supervisión de los trabajos bajo contrato

c. Aspectos Importantes para Mejorar el MRS

La evaluación del MRS en el Distrito Central concluyó que el área más importante que debe mejorar es el de los aspectos institucionales. Es preciso realizar un cambio profundo en el sistema organizativo para atender la demanda esperada y lograr el objetivo de "embellecer" la ciudad en un futuro próximo. Esta reforma contempla los siguientes principios:

- a) Establecimiento de una institución autónoma
- b) Desarrollar la capacidad administrativa en la planificación técnica, comercial y financiera. Control de costos y calidad del servicio y de los recursos humanos.
- c) Identificación y ubicación de todos los clientes del servicio y lograr su activa participación en el mejoramiento permanente del servicio.
- d) Promover la participación de la actividad privada.

12.2 Administración y Organización

12.2.1 Selección del Mejor Sistema de Administración y Organización

Los siguientes son los modelos institucionales considerados en América Latina:

- a) Manejo municipal directo
- b) Institución autónoma
- c) Operación sujeta a contrato
- d) Operación sujeta a concesión
- e) Concesión a organizaciones comunales
- f) Proveedores privados
- g) Modelos combinados

a. Manejo Municipal Directo

La operación está directamente a cargo de la Alcaldía con su propio personal, vehículos y equipos. Dependiendo del tamaño de la ciudad, el organismo encargado del MRS, puede tener un nivel de gerencia, de un departamento o estar dentro de la estructura del servicio de salud, obras, desarrollo urbano o servicios públicos. Generalmente con relación a las asignaciones de recursos políticos y financieros, el MRS suele tener una prioridad baja dentro de la jerarquía de la municipalidad comparada con otros sectores.

El marco legal y los procedimientos administrativos limitan la eficiencia del manejo de la adquisición de equipos, repuestos, herramientas, movilización del personal, asignación de salarios, como también de la efectiva coordinación con el asesoramiento legal, imagen y comunicación pública, auditoría, etc.

Dada la congénita y baja jerarquía, los servicios de aseo siempre son vulnerables a la interferencia política en el nombramiento del personal y la adquisición de maquinaria,

equipos y servicios. En este modelo es muy difícil implementar técnicas de manejo modernas y regularmente los problemas se magnifican al crecer los niveles de cobertura. En este modelo, la empresa privada está participando con el suministro de vehículos, equipos para disposición final y se están dando opciones para que parcialmente se hagan cargo de zonas de recolección y operación de rellenos sanitarios. El presupuesto central señala el financiamiento del servicio y la Alcaldía cobra a los usuarios directamente por tarifas, tasas vinculadas al valor predial y a través de los servicios de agua y electricidad.

Es así, que conscientes de estos problemas casi irresolubles, es que en la mayoría de las ciudades más importantes de América Latina, se ha estado reemplazando el sistema de manejo directo por otros modelos institucionales, tal como está sucediendo con otros servicios públicos: agua y alcantarillado, telefonía y electricidad.

b. Institución Autónoma

Conforme al crecimiento de las ciudades se hace más complejo el manejo de las estructuras necesarias para atender los servicios de RSM. Se comenzaron a contratar parte de los servicios con el sector privado y a analizar la posibilidad de establecer otro tipo de modelos institucionales que pudieran disminuir las limitaciones que imponían los procedimientos y regulaciones de los gobiernos municipales. Es así, que se han establecido varios tipos de instituciones tales como fundaciones, corporaciones y organizaciones públicas, entidades cuasi-estatales e incluso empresas públicas con la estructuración de la empresa privada pero con la totalidad del capital en manos del gobierno. Con esta nueva organización se pretende disminuir las limitaciones antes mencionadas, dándole una autonomía administrativa y una sostenibilidad financiera proveniente de la facturación de los servicios prestados.

Estas nuevas entidades están siendo exitosas en América Latina, en la medida que las decisiones empresariales estén exentas de la intervención política, especialmente en áreas sensibles como la asignación de personal y la fijación de las tarifas.

c. Operación sujeta a Contrato

Al igual que con la ejecución de obras por contrato, las municipalidades están encargando a la actividad privada el suministro de bienes y servicios para sus actividades del MRS. Estas contrataciones cubren el alquiler de equipo y maquinaria, operaciones totales o parciales de los servicios de recolección, barrido, transferencia y disposición final, como también la consultoría de diseños de ingeniería, supervisión y monitoreo de servicios y auditoría ambientales.

Este procedimiento constituye la forma más explícita de "privatización", esto es, encargar a la empresa privada de la atención de determinadas actividades, que luego se remuneran por tiempo, volumen, peso o número de unidades suministradas.

Por otro lado, el contratista también puede hacer uso de bienes públicos (talleres, oficinas, equipo, maquinaria, etc.) para atender el servicio y luego descontarlo de su facturación.

Las zonas peri-urbanas (áreas marginales) de bajos ingresos pueden atenderse por medio de "micro-empresas", formadas en muchos casos por los mismos pobladores con el soporte inicial del gobierno nacional o municipal.

d. Operación sujeta a Concesión

En América Latina se está cediendo a la empresa privada el manejo total de diversos servicios públicos (energía, teléfonos, agua y alcantarillado, carreteras, etc.) por plazos mayores a los veinte años. La empresa privada adquiere los activos institucionales y factura directamente al usuario por el servicio que presta, constituyéndose en monopolio particular por el tiempo de la concesión. La función estatal está limitada a vigilar la calidad del servicio y la facturación, otorgando una mayor responsabilidad a la empresa concesionaria.

e. Concesión a Organizaciones Comunales

Por lo general las zonas de bajos ingresos y/o áreas invadidas son las que tienen el menor nivel de servicio y las mayores complicaciones para atenderlas. Malos caminos, pendientes pronunciadas, baja educación y escasa capacidad de pago son algunas de las características de estas áreas peri-urbanas. En tal sentido, se han desarrollado formas organizacionales que emplean grupos comunales para atender el servicio del MRS, los mismos que utilizan métodos intensivos de trabajo y herramientas y equipo no convencionales.

Este tipo de organización realiza la recolección primaria y generalmente cobra directamente a los usuarios. El municipio puede colaborar con avales, subsidios, transporte desde puntos fijos de acopio y la disposición final.

f. Proveedores Privados

En esta práctica el contratista presta directamente el servicio al usuario, no existe un área definida de servicio ni autorizaciones gubernamentales. Usualmente son operadores con un sólo vehículo y tienen por clientes a grandes generadores de RSM, tales como instituciones, fábricas, hoteles, mercados, etc. El gobierno sólo establece los requerimientos mínimos sobre el tipo de vehículo y de protección para evitar el regado de residuos por las vías públicas.

g. Modelos Combinados

Dada las características urbanas de las ciudades latinoamericanas se utilizan combinaciones de los modelos mencionados con una participación predominante del organismo gubernamental.

h. Conclusión

Se trata de obtener las mayores ventajas de las características más beneficiosas de cada modelo.

Es así, que luego de describir los modelos que actualmente se utilizan se ha seleccionado la opción b), es decir, el establecimiento de una Institución Autónoma, por las siguientes consideraciones:

- El acelerado desarrollo urbano está generando una permanente demanda sobre los servicios públicos y principalmente los del servicio de aseo y limpieza pública.
- Las condiciones topográficas de la ciudad requieren de una adecuada planificación y la aplicación de variadas técnicas de la ingeniería para atender,

tanto el casco central de alta producción y calles estrechas, como las zonas urbanas que se han desarrollado en los cerros que circundan la ciudad (altos y bajos ingresos).

- La calidad y funcionamiento de este servicio público debe depender principalmente del aporte de los usuarios a través de tasas y/o tarifas con subsidios cruzados de acuerdo a la capacidad de pago y a la cantidad y origen de los RSM. La población en general está dispuesta a pagar lo justo y adecuado si el servicio mejora.
- La administración eficaz de este servicio requiere de mecanismos que hagan posible la planificación técnica y financiera en el mediano y largo plazo y de la toma de decisiones rápidas y certeras para atender las necesidades diarias. Las actuales limitaciones que el marco legal e institucional le imponen al servicio hacen imposible un desempeño aceptable.
- La larga lista de problemas que se han enumerado anteriormente confirma que es preciso un profundo cambio institucional.

12.2.2 Propuesta de un Nuevo Sistema de Administración y Organización

Se propone el establecimiento de una entidad autónoma con plena autonomía administrativa y financiera con el objeto de manejar integralmente los residuos sólidos municipales en la AMDC.

Los objetivos empresariales tenderán a:

- Detener y revertir el proceso de deterioro en las condiciones de prestación del servicio.
- Rehabilitar, renovar y extender la infraestructura
- Garantizar la calidad del servicio con controles adecuados
- Mejorar y simplificar las relaciones con los clientes
- Contribuir a la recuperación ambiental

Las metas previstas para el primer quinquenio de funcionamiento serán:

- Embellecer la ciudad
- Establecer una cobertura del 100% en las zonas accesibles al equipo mecánico de recolección y del 80% en el resto, ambas con la participación de la empresa privada.
- Mantener las vías públicas libres de residuos sólidos por medio del barrido manual y mecánico y la colocación de basureros peatonales.
- Lograr la operación de un relleno sanitario que asegure la calidad ambiental en la disposición final de los RSM.
- Consolidar una estructura administrativa comercial, técnica y financiera que asegure la calidad y la sostenibilidad del servicio.
- Desarrollar un recurso humano de alta calificación, motivación y lealtad.
- Promover la participación pública en todas las actividades de la institución

12.2.3 Organización Propuesta para Ejecutar el Manejo de los Residuos

La estructura administrativa para la nueva institución autónoma propuesta se presenta en la Figura 12-1 y es similar a una compañía privada con todos los atributos de independencia y autonomía, todo dentro del ordenamiento jurídico que establecen las leyes de la República para las empresas públicas.

Para implantar la estructura administrativa de la nueva institución autónoma propuesta se establecerá una Unidad Ejecutora de Residuos Sólidos (UERS) que mantendrá una estructura similar al Departamento de Limpieza y Asco actual, pero que estará ubicado en un nivel más alto en la estructura organizativa actual para inmediatamente iniciar con el mejoramiento del MRS en el Distrito Central.

Esto significa que la organización actual del Departamento de Limpieza y Asco se convertirá en una unidad administrativa a cargo del MRS dependiente del despacho del Alcalde, conservando el actual personal con asignación de sus funciones y control de su desempeño. Esta unidad contará con la asesoría de un consultor con experiencia en el MRS, quien asimismo se encargará de facilitar trámites administrativos ante el despacho del Señor Alcalde, cuando sea necesario. Después de la aprobación de la EMI por el consejo municipal, la unidad administrativa funcionará durante un período de transición para pasar de un servicio operado directamente por la AMDC, a un servicio operado parcialmente por la empresa privada, considerando una adecuada planificación, licitación, contratación y supervisión.

En la Figura 12-1 se muestra la estructura de la nueva institución autónoma donde se ha considerado emplear el menor número de personal bien calificado, mejor pagado y que pueda atender las diferentes funciones asignadas a cada sección. Algunas actividades pueden ser ejecutadas a nivel central utilizando la actual estructura administrativa de la AMDC. Se debe dar especial atención al área financiera, ya que de ella dependerá en gran medida la sostenibilidad de los servicios del MRS.

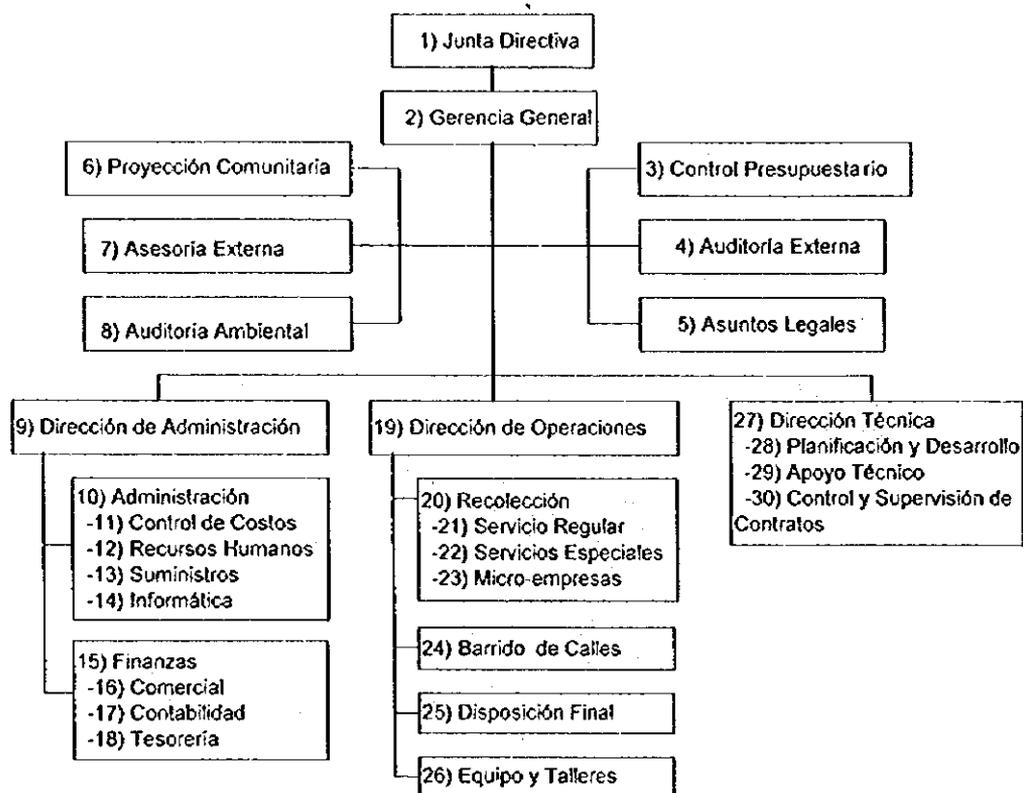


Figura 12-1: Estructura Administrativa Propuesta para la Nueva Institución Autónoma

1) Junta Directiva

Constituye el órgano director de la institución y estará formado por siete personas:

- El Alcalde de la AMDC, quien la presidirá
- Tres regidores de la AMDC designados por la Corporación Municipal
- Un representante de la Secretaría de Salud
- Un representante del Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras
- Un representante de la Cámara de Comercio e Industrias de Honduras

La conformación propuesta de la Junta Directiva tiende a que esté debidamente representada la Corporación Municipal, como autoridad competente del MRS y se sugiere que los tres regidores, a su vez, representen a Tegucigalpa, Comayagüela y a las zonas peri-urbanas de bajos ingresos respectivamente. Además un miembro de la Secretaría de Salud, del Colegio de Ingenieros Civiles y de la Cámara de Comercio e Industrias de Honduras será elegido para representar la salud pública, la sociedad de ingeniería civil y el sector privado de Honduras, respectivamente.

Función:

- Políticas
- Supervisión
- Aprobación

Responsabilidades:

- Establecer las políticas institucionales
- Aprobar el presupuesto anual y sus resultados
- Supervisar las actividades administrativas, técnicas y financieras
- Aprobar el nombramiento y remoción de los funcionarios
- Aprobar y supervisar los contratos con la empresa privada
- Aprobación de tarifas

2) Gerente General

La Gerencia General constituye el órgano ejecutivo de la institución y estará a cargo de un profesional Ingeniero Civil o Sanitario, con una experiencia mínima de cinco años en el manejo de residuos sólidos y en la administración de empresas. Será el representante legal de la institución y responderá por la conducción de las actividades administrativas, técnicas y financieras. Si no existe una persona calificada disponible, se asignará a tiempo completo un consultor o experto con experiencia en el MRS para asistir al Gerente General en las actividades del MRS.

Función:

- Representación
- Dirección
- Verificación

Responsabilidades

- Representar legalmente a la institución
- Dirigir las actividades administrativas, técnicas y financieras
- Controlar el cumplimiento de las metas y objetivos institucionales

- Asignar funciones a los Directores
- Suscribir contratos
- Autorizar los pagos
- Someter a la Junta Directiva los asuntos que requieran su aprobación
- Vigilar la calidad del servicio

3) Control Presupuestario

Ejerce el cumplimiento, verificación y autorización del presupuesto de la institución. Estará a cargo de un profesional en Ciencias Económicas o de Administración de Empresas.

Función:

- Preparación
- Autorización
- Control

Responsabilidades:

- Preparación del presupuesto
- Control del ejercicio presupuestario
- Autorización previa a los contratos y gastos

4) Auditoría Externa

Para efectos de cumplir con las disposiciones legales y contraloras de la República y para asegurar las prácticas administrativas y financieras correctas, se contratará a una firma de auditores independientes.

Función:

- Auditoría institucional

Responsabilidades:

- Examinar e investigar las actividades administrativas, económicas y financieras de la institución.
- Verificar el cumplimiento de la normativa legal que rigen las actividades institucionales.
- Presentar el informe anual de auditoría a la Junta Directiva.

5) Asuntos Legales

Atiende y vigila los aspectos y asuntos legales de la institución. Estará a cargo de un abogado con experiencia en la administración pública.

Función:

- Representar
- Defender
- Asistir
- Vigilar

Responsabilidades:

- Representar y defender los intereses de la institución
- Proponer los procedimientos legales necesarios
- Asistir legalmente a la Junta Directiva y a los funcionarios
- Preparar la documentación legal

6) Proyección Comunitaria

Promueve, establece y mantiene la participación y colaboración pública en las actividades de la institución. Estará a cargo de un relacionista público. Esta participación es de vital importancia para lograr un desarrollo sostenible del servicio y de la institución.

Es preciso promover una actitud de orgullo y autoestima en toda la población en general, pero muy en especial con los transeúntes del casco central y en las áreas peri-urbanas de bajos ingresos. Poco se podrá lograr con la aplicación de las mejores prácticas de la ingeniería y de la administración, si la población no participa y colabora en todo sentido.

Función:

- Relaciones Públicas
- Proyección
- Formulación y diseño
- Implementación
- Evaluación

Responsabilidades:

- Relaciones con el público y los medios de comunicación
- Recepción y atención de las quejas y sugerencias de los usuarios
- Proyección de la imagen institucional
- Producción y conducción de campañas educativas
- Evaluación de las actividades educativas

7) Asesoría Externa

Con el propósito de consolidar inicialmente la institución y desarrollar sus recursos humanos, se hace necesario contar con una asesoría externa por espacio de un mínimo de dos años. Los esfuerzos que se han realizado para mejorar el servicio sobre la base de ayuda externa en la forma de equipo y vehículos ha mostrado limitados resultados. Mucho se ha debido a la falta de recursos humanos con experiencia y motivación para atender la planificación, operación y monitoreo de las actividades del servicio como también la operación, mantenimiento y reparación del equipo dañado para la recolección y disposición final.

Es así que la posibilidad de extender la contratación de los servicios de recolección, barrido y disposición final con la actividad privada, no significará que el sector público se libera de su responsabilidad, muy por el contrario, se hará más necesario contar con un plantel profesional con la mayor capacitación para planificar, supervisar y monitorear la calidad del servicio contratado.

Función:

- Asesorar
- Capacitar

Responsabilidades:

- Capacitar en servicio a los recursos humanos.
- Asesorar en las áreas de planificación, desarrollo, operaciones, monitoreo y supervisión y control de contratos.

8) Auditoría Ambiental

La aceptación pública está íntimamente vinculada a la eficacia de las operaciones del servicio y por lo tanto, a la calidad ambiental de la ciudad vinculada al MRS. Se fijarán metas y parámetros para monitorear permanentemente la calidad del servicio y el impacto ambiental que pudiera producir el MRS y las medidas que tuvieran que tomarse para mitigarlo.

La Auditoría presentará informes mensuales a la gerencia general.

La Auditoría Ambiental será contratada con una firma especializada.

Función:

- Control
- Monitoreo

Responsabilidades:

- Control de la calidad del servicio
- Análisis de las quejas de los usuarios
- Monitoreo ambiental:
 - Almacenamiento
 - Recolección
 - Barrido
 - Transporte
 - Disposición final
- Determinación de impacto ambiental y medidas de mitigación

9) Dirección de Administración

La dirección de administración - dividida en el Departamento de Administración y el Departamento de Finanzas - tiene la misión de brindar todo el apoyo administrativo para el funcionamiento institucional. En el Departamento de Administración se ubican las Secciones de Control de Costos, Recursos Humanos, Suministros e Informática. Por otra parte, en el Departamento de Finanzas estarán las Secciones Comercial, Contabilidad y de Tesorería. La Dirección estará a cargo de un Administrador de Empresas.

10) Departamento de Administración

Genera la información relativa a los resultados operacionales; selecciona, capacita y provee los recursos humanos; adquiere, almacena, distribuye y controla el uso de los

diversos suministros; además, registra, ordena, informa y archiva sobre todas las actividades institucionales.

11) Control de Costos

Solicita, registra, analiza, informa sobre la utilización de recursos, su destino y rendimientos.

Función:

- Registro
- Análisis
- Informe

Responsabilidades:

- Solicitar la información sobre el uso de recursos y su utilización
- Registrar la información
- Analizar y evaluar la utilización de los recursos con los rendimientos esperados obtenidos
- Informar y proponer los ajustes

Los indicadores de rendimiento y productividad son mostrados a continuación.

(1) Recolección (compactadores y volquetes)

1.1	Número de viajes/vehículo/día	No./día
1.2	Tiempo en rutas	Horas
1.3	Tiempo en transporte	Horas
1.4	Tiempo en mantenimiento	Horas
1.5	Km recorridos en rutas	Km
1.6	Km recorridos en transporte	Km
1.7	Velocidad en rutas	Km/hora
1.8	Velocidad en transporte	Km/hora
1.9	Tiempo en el relleno sanitario	Horas
1.10	No. de vehículos en operación/día	No./día
1.11	Cantidad de residuo recolectado por cada vehículo	Ton/día
1.12	Cantidad de residuo recolectado cada día/área	Ton/Km/día
1.13	Capacidad utilizada/viaje	%
1.14	Conductores/vehículo	No.
1.15	Operarios/vehículo	No.
1.16	Trabajadores/vehículo	No.
1.17	Cantidad de residuo recolectado por asistente	Ton/día
1.18	Tiempo útil/tiempo total	%

(2) Recolección (contenedores)

2.1	Número de viajes/vehículo/día	No./día
2.2	Tiempo reemplazando el contenedor	Horas
2.3	Tiempo transportando	Horas
2.4	Tiempo en mantenimiento	Horas
2.5	Km recorridos en transporte	Km
2.6	Velocidad en transporte	Km/hora
2.7	Tiempo en el relleno sanitario	Horas
2.8	No. de vehículos en operación/día	No./día
2.9	Cantidad de residuo recolectado por cada vehículo	Ton/día
2.10	Cantidad de residuo recolectado por cada contenedor/día	Ton/viaje
2.11	Capacidad utilizada/viaje	%
2.12	Conductores/vehículo	No.
2.13	Operarios/vehículo	No.
2.14	Trabajadores/vehículo	No.
2.15	Cantidad de residuo recolectado por asistente	Ton/día
2.16	Tiempo útil/tiempo total	%

(3) Barrido (manual)

Barrido

3.1	Tiempo de concentración y traslado al sitio	Horas
3.2	Tiempo en rutas	Horas
3.3	Kg/Km en ruta	Kg/Km
3.4	Tiempo útil/tiempo total	%

Transporte

3.5	Número de viajes/vehículo/día	No./día
3.6	Tiempo en rutas	Horas
3.7	Tiempo en transporte	Horas
3.8	Tiempo en mantenimiento	Horas
3.9	Km recorridos en rutas	Km
3.10	Km recorridos en transporte	Km
3.11	Velocidad en rutas	Km/hora
3.12	Velocidad en transporte	Km/hora
3.13	Tiempo en el relleno sanitario	Horas
3.14	No. de vehículos en operac./día	No./día
3.15	Cantidad de residuo recolectado por cada vehículo	Ton/día
3.16	Cantidad de residuo recolectado cada día/área	Ton/Km/día
3.17	Conductor/vehículo	No.
3.18	Operario/vehículo	No.
3.19	Tiempo útil/tiempo total	%

(4) Barrido (mecánico)

4.1	Tiempo en movilización a la ruta	Horas
4.2	Tiempo en rutas	Horas
4.3	Tiempo en mantenimiento	Horas
4.4	Km recorridos en rutas	Km
4.5	Velocidad en rutas	Km/hora
4.6	No. de barredoras en operación/día	No.
4.7	Cantidad de residuo recolectado por barredora/día	Ton/día
4.8	Cantidad de residuo recolectado por cada día por área	Ton/Km/día
4.9	Tiempo útil/tiempo total	%

Transporte

(Igual a los puntos 3.5 al 3.19)

(5) Relleno Sanitario

5.1	Cantidad de residuo ingresado/día	Ton/día
5.2	m ³ de material de cobertura/día	m ³ /día
5.3	m ³ de volumen ocupado/semana	m ³ /semana
5.4	Densidad compactada	Kg/m ³
5.5	No. vehículos ingresados/día	No./día
5.6	Vehículos de descarga rápida	No.
5.7	Vehículos de descarga lenta	No.
5.8	Tiempo en el frente de 5.6	Horas
5.9	Tiempo en el frente de 5.7	Horas
5.10	Costo del equipo por día	Lps./día
5.11	Costo del equipo por compactación	Lps./Ton
5.12	Costo del equipo por material de cobertura	Lps./m ³
5.13	Costo por personal	Lps./día
5.14	Costo total por tonelada dispuesta	Lps./Ton

12) Recursos Humanos

Proveerá el personal idóneo para el funcionamiento de la institución

Función:

- Reclutar
- Seleccionar
- Capacitar
- Asignar

Responsabilidades:

- Proponer la política para el desarrollo de los recursos humanos
- Reclutamiento de personal
- Selección y evaluación
- Capacitación permanente
- Asignación a las diferentes posiciones

- Relaciones laborales

13) Suministros

Tendrá a su cargo el abastecimiento adecuado y oportuno de bienes y servicios a la institución.

Función:

- Identificar
- Especificar
- Solicitar precios y plazos
- Licitar y adjudicar
- Contratar
- Almacenar y distribuir

Responsabilidades:

- Preparar pliegos de licitaciones
- Especificaciones técnicas
- Solicitudes de precios
- Análisis de ofertas
- Adjudicación de contratos
- Verificación de calidad y condiciones
- Recepción y almacenamiento
- Distribución y seguimiento

14) Informática

Procesará la información que se haga necesaria y servirá de apoyo y asistencia para otras dependencias de la institución.

Función:

- Procesar
- Producir
- Asistir

Responsabilidades:

- Procesar la información institucional
- Preparar informes, estudios, estadísticas, etc.
- Dar asistencia en informática a otras dependencias de la institución

15) Finanzas

A través de sus secciones controla y promueve las actividades vinculadas a la economía institucional; analiza y comprueba la posición financiera; identifica, ubica y registra a los usuarios del servicio; factura y cobra los servicios prestados; contrata los servicios especiales; registra de acuerdo a las mejores prácticas contables todos los movimientos de fondos; protege y cautela los valores de la institución, tanto propios como en custodia o garantía; emite cheques de pago. Estará a cargo de un contador público.

16) Comercial

Genera los ingresos institucionales a través de la facturación y cobranza por servicios prestados.

Función:

- Identificar
- Ubicar
- Facturar
- Cobrar
- Contratar

Responsabilidades:

- Identificar y ubicar a los usuarios del servicio domiciliario
- Identificar y ubicar y eventualmente contratar la prestación del servicio con las instituciones y empresas comerciales, industriales y de servicio.
- Facturar y cobrar directamente y/o a través de un servicio contratado

17) Contabilidad

Registra y analiza los ingresos y gastos de la institución, los bienes patrimoniales, activos y pasivos. Prepara el balance anual y los informes de situación mensual.

Función:

- Registra
- Analiza
- Informa

Responsabilidades:

- Registrar todos los movimientos financieros y económicos
- Mantener las cuentas en orden
- Preparar el balance anual y los informes de situación mensual
- Informar a las secciones de Control de Costos (uso de fondos), Comercial (ingreso por servicios y morosidad), Tesorería (disponibilidad de fondos), Control de Presupuesto (ingresos y gastos por partidas), Suministros (disponibilidad de fondos y variantes en el patrimonio).

18) Tesorería

Maneja y cautela los valores institucionales y los que pudieran estar en custodia o garantía.

Función:

- Manejar y cautelar
- Custodiar
- Emitir cheques
- Recibir pagos

Responsabilidades:

- Manejar los fondos institucionales

- Emitir los cheques de pagos por bienes y servicios
- Recibir pagos por servicios prestados
- Custodiar los valores propios y entregados en garantía

19) Dirección de Operaciones

Tiene la misión de prestar los servicios de la institución en forma eficaz y ambientalmente aceptables. Va a dirigir, coordinar y controlar las actividades de almacenamiento, recolección, barrido, transporte, disposición final y el mantenimiento y reparación del equipo y vehículos. Estará bajo la conducción de un ingeniero civil o sanitario con por lo menos cinco años de experiencia en el manejo de desechos sólidos.

20) Recolección

Tiene a su cargo la recolección de todos los RSM de la ciudad, a través de su servicio regular que atiende los domicilios y las instituciones, comercios, industrias y servicios.

Por medio de contrataciones directas presta "servicios especiales" a los grandes generadores de RSM y de residuos especiales. Apoya las actividades de recolección primaria en zonas periurbanas de bajo ingreso, que son prestadas por "microempresas" y/o grupos comunales, con la colocación, transporte y limpieza de contenedores.

21) Servicio Regular

Atiende el servicio que periódicamente se presta a las zonas residenciales y al comercio, industria, servicios e instituciones. De acuerdo a frecuencias y horarios establecidos debe recoger los desechos producidos en las cinco áreas de la ciudad: El Pastel, El Picacho, Kennedy, Loarque y Toncontín.

En estas grandes áreas se diseñarán rutas de recolección que deben estar balanceadas en cuanto a las cantidades de desechos que se recoge en cada una de ellas con el propósito de mantener el mejor nivel de eficiencia en el uso de los vehículos y controlar los costos

Todos los RSM producidos por las instituciones, comercio, industria y servicios serán recolectados conjuntamente con los RSM domiciliarios, salvo los que se recolecten a través de los "servicios especiales", por su cantidad, volumen o tipo de residuo.

Para atender las zonas periurbanas de bajos ingresos y con limitantes para el uso de vehículos, se colocarán contenedores que serán recogidos por camiones basculantes y transportados al relleno sanitario.

Función:

- Recolección
- Transporte

Responsabilidades:

- Atender la recolección del RSM domiciliarios, institucionales, comerciales, industriales y de servicios.
- Cumplir estrictamente con las frecuencias y horarios programados.
- Lograr los niveles de rendimiento y productividad establecidos
- Mantener la calidad ambiental del servicio.

22) Servicios Especiales

Maneja los RSM que no son atendidos por el servicio regular por su tamaño, peso, cantidad, dificultad de manejo, tipo y calidad. Este servicio se prestará a solicitud del interesado y por contrato.

Función:

- Costear
- Recolectar
- Transportar

Responsabilidades:

- Analizar y proponer los procedimientos de manejo
- Analizar y proponer el costo del servicio
- Prestar el servicio de almacenamiento (si es necesario), recolección y transporte.
- Identificar los clientes potenciales:
 - * Grandes generadores (mercados, hoteles, restaurantes, comercios, instituciones)
 - * Residuos especiales no tóxicos ni peligrosos (industrias, agricultura, panaderías, avicultura, etc.)
 - * Poda de árboles, mantenimiento de jardines y parques.
 - * Desechos de la construcción

23) Microempresas

Las microempresas pueden cubrir los servicios de recolección en las zonas periurbanas de bajos ingresos, en donde existen limitantes para el uso de vehículos recolectores por razones del trazado urbano y pendientes. Se organizan con la participación de residentes del lugar que van a servir. Existen muchas experiencias exitosas en Latinoamérica (Perú, Bolivia, Colombia). El sistema utiliza herramientas y vehículos no convencionales de bajo costo. Regularmente se hacen cargo del servicio por medio de una concesión, esto es, se establece una tarifa y el concesionario le cobra directamente al usuario.

El servicio de barrido puede también ser encargado a este tipo de organización. Actualmente se tiene contratado a grupos de personas, lideradas por una de ellas, la atención del barrido manual de parte de las vías de la ciudad. Es preciso que formen su microempresa con personería jurídica para ser sujetos de crédito.

Esta sección se encarga de la promoción y las relaciones con las microempresas de recolección y barrido. Estará a cargo de un Promotor Social. La institución colocaría los contenedores necesarios y se haría cargo del transporte y la disposición final, como también de la promoción, planificación y la asistencia técnica.

Función:

- Analizar
- Promover
- Organizar
- Planificar

- Apoyar
- Supervisar

Responsabilidades:

- Analizar la factibilidad de la creación de una microempresa en una determinada zona
- Promover la creación y su aceptación
- Apoyar la organización
- Planificar el servicio y su operación
- Suministrar asistencia técnica
- Coordinar la prestación del servicio para recolección, remplazo y transporte de los contenedores
- Supervisar la calidad del servicio

24) Barrido de Calles

Mantiene la limpieza de las vías y lugares de encuentro público. Dirige las actividades de barrido y limpieza efectuadas con personal propio y supervisa las contratadas. Mantiene el sistema de papeleras públicas asegurando la recolección de los residuos dispuestos por los transeúntes. Esta sección estará a cargo de un técnico con alguna experiencia en ingeniería de manejo medio.

Función:

- Operar
- Supervisar
- Informar

Responsabilidades:

- Mantener la limpieza de las vías y lugares de encuentro público
- Conformar las cuadrillas de trabajo y verificar su rendimiento
- Controlar la cantidad de desechos barridos y recolectados por ruta
- Controlar la cantidad de desechos recolectados de las papeleras peatonales por ruta.
- Supervisar el rendimiento y la calidad del servicio de las rutas contratadas
- Preparar los servicios especiales de barrido y limpieza para las actividades de concentración masiva (culturales, artísticas, deportivas, políticas, etc.)
- Coordinar permanentemente con la Sección de Recolección sobre frecuencias y horarios de recolección.

25) Disposición Final

Asegurar la disposición de los RSM de una forma ambientalmente aceptable mediante la correcta operación del servicio. Estará a cargo de un ingeniero civil o sanitario.

Función:

- Controlar
- Registrar
- Operar
- Verificar

- Informar

Responsabilidades:

- Asegurar que todos los RSM que ingresen al relleno sanitario sean dispuestos de acuerdo al diseño y las especificaciones técnicas.
- Impedir el ingreso de residuos sólidos o líquidos no permitidos
- Registrar los vehículos ingresados con la siguiente información:
 - * Día, hora de ingreso y salida
 - * Placa y tipo de vehículo
 - * Procedencia y tipo de residuo
 - * Peso del vehículo lleno y vacío
 - * Peso de los residuos
 - * Zona del relleno sanitario donde fueron dispuestos los residuos
 - * Monto facturado por el servicio de disposición final
- Registrar diariamente el total de residuos ingresados (Ton.) y el material de cobertura utilizado (m³).
- Registrar diariamente el tiempo utilizado por tipo de maquinaria y equipo, personal y materiales en las labores del manejo de los residuos y de la extracción, transporte y colocación del material de cobertura.
- Registrar semanalmente el avance del relleno (volumen total ocupado)
- Registrar la precipitación pluvial
- Aforar la producción de los líquidos percolados y la cantidad de veces que se ha bombeado por medio del sistema de recirculación de lixiviados.
- Verificar cada tres meses la eficiencia del tratamiento de los líquidos percolados.
- Registrar diariamente el flujo, temperatura, velocidad y concentración de metano en el biogas.
- Construir y mantener la infraestructura física y la jardinería
- Impedir el ingreso de personas ajenas a las operaciones
- Informar sobre el resultado de las operaciones y sus costos

26) Equipos y Talleres

Tiene el encargo de lograr el mayor nivel operacional del equipo y la maquinaria, mediante la aplicación de programas de mantenimiento preventivo. Estará a cargo de un ingeniero mecánico.

a. Eficiencia del mantenimiento de equipos de recolección

$$\frac{\text{Equipo operativo}}{\text{Equipo operativo} + \text{Equipo de reserva en mantenimiento}} \times 100 (\%)$$

b. Eficiencia del mantenimiento preventivo

$$\frac{\text{Costo del mantenimiento preventivo}}{\text{Costo de mantenimiento preventivo} + \text{Costo de mantenimiento correctivo}} \times 100 (\%)$$

Función:

- Mantener
- Reparar
- Registrar

Responsabilidades:

- Llevar un registro de cada uno de los vehículos y maquinaria en el que conste:
 - * Placa e identificación.
 - * Marca, modelo, tipo y año.
 - * No. de motor y chasis.
 - * Potencia del motor y rendimiento en kilómetros por galón de combustible (con carga y vacío).
 - * Dimensión de las llantas y tipo de batería.
 - * Reparaciones efectuadas, repuestos utilizados y tiempo empleado por el personal para reparaciones, fecha de ingreso y salida del vehículo del taller, registro del odómetro.
 - * Mantenimiento preventivo. Fecha, tipo de mantenimiento e insumos utilizados. Registro del odómetro.
 - * Cambio de llantas y batería, fecha, registro del odómetro
- Registro de equipos menores: herramientas, insumos utilizados, repuestos comprados y utilizados. Tiempo empleado por el personal.

27) Dirección Técnica

Tiene la misión de dar el apoyo técnico a las operaciones del servicio y lograr su mayor cobertura y eficacia. Estará a cargo de un ingeniero civil o sanitario con una experiencia de por lo menos cinco años en el MRS.

Esta Dirección planificará el desarrollo de los servicios con un horizonte mínimo de 10 años, teniendo en consideración el desarrollo urbano de la ciudad, crecimiento y migración de la población, producción esperada de RSM y sus características (crecimiento de la población + crecimiento económico - PIB), tamaño y ubicación de rellenos sanitarios, cantidad y tipo de vehículos y maquinaria, brindar apoyo técnico a los diversos departamentos de la institución.

Controlará la calidad de los servicios, tanto los prestados directamente por la institución como los contratados con la empresa privada. Esta dirección estará íntimamente vinculada a la Asesoría Externa.

28) Planificación y Desarrollo

Genera el proyecto técnico de la institución para el mediano y largo plazo y diseña su desarrollo. Estará a cargo del ingeniero director de la Dirección Técnica.

Función:

- Analizar
- Planificar
- Diseñar
- Apoyar
- Controlar y supervisar.

Responsabilidades:

- Participar en el análisis y decisiones sobre el desarrollo urbano de la ciudad (METROPLAN)
- Monitorear el crecimiento de la población, nuevas colonias y barrios
- Monitorear las variaciones en la producción y características de los RSM
- Planificar la expansión de los servicios
- Desarrollar los diseños de ingeniería, arquitectura y paisajismo
- Elaborar los presupuestos operativos, análisis de costos, especificaciones técnicas, cronogramas de ejecución

29) Apoyo Técnico

Dará el apoyo técnico directo a las operaciones del servicio. Tendrá la capacidad de asistir y reemplazar temporalmente a los responsables de cada fase operativa (Recolección, barrido, transporte y disposición final). Estará a cargo de un ingeniero civil o sanitario con una experiencia mínima de tres años.

Función:

- Asistir
- Apoyar
- Operar

Responsabilidades:

- Brindar la asistencia técnica
- Apoyar las actividades operacionales

30) Control y Supervisión de Contratos

Verificará la prestación efectiva de los servicios de acuerdo a los diseños, programas, cobertura, especificaciones, costos y calidad. Estos controles se efectuarán tanto en los servicios prestados directamente por la institución como en los servicios contratados con la actividad privada.

Para que el control eficaz, es preciso diseñar la operación del servicio, los niveles de efectividad que se pretenden alcanzar y los costos y pagos a realizarse.

Función:

- Verificar
- Controlar
- Analizar
- Aprobar o rechazar
- Autorizar

Responsabilidades:

- Verificar la prestación del servicio
- Controlar la calidad y efectividad
- Analizar y confirmar el cumplimiento de las especificaciones y términos contractuales
- Aprobar el servicio prestado
- Autorizar los pagos.

La estructura propuesta para administrar la Institución Autónoma está diseñada para dimensionar de acuerdo a las necesidades del servicio. Si todas las operaciones van a realizarse con equipo y personal propios deberá dotarse de una cantidad necesaria y suficiente de recursos humanos y materiales que aseguren su buen funcionamiento (Cuadro 12-1). Si se considera contratar con la actividad privada el todo o parte de los servicios, en la misma medida disminuirán los recursos humanos y materiales necesarios. En este caso, la Dirección de Operaciones quedaría reducida a un mínimo operativo que solamente asegure la atención a un pequeño sector y para atender situaciones de emergencia y se reforzaría el Departamento de Control y Supervisión de Contratos.

En la Dirección de Administración se concentrarían todas las actividades de las secciones en un sólo Departamento de Administración y Finanzas.

Cuadro 12-1: Personal Requerido

Ref. No.	Posición	Calificación	Número
1)	Junta Directiva	Representantes	7
2)	Gerencia General	Ingeniero Civil o Sanitario (10 años de experiencia)	1
3)	Control Presupuestario	Economista o Administrador de Empresas	1
4)	Auditoría Externa	Contratada	-
5)	Asuntos Legales	Abogado	1
6)	Proyección Comunitaria	Relacionista Público Telefonistas para Reclamos	1 2
7)	Asesoría Externa	Experto Internacional Ayuda Externa	-
8)	Auditoría Ambiental	Contratada	-
9)	Dirección de Administración	Director Administrador de Empresas	
10)	Depto. de Administración	Administrador de Empresas	1
11)	Sección Control de Costos	Estadístico	1*
12)	Sección Recursos Humanos	Sociólogo	1*
13)	Sección Suministros	Proveedor	1*
14)	Sección Informática	Programador (Ingeniero en Sistemas)	1*
15)	Depto. de Finanzas	Contador Público	1
16)	Sección Ingresos	Contador Público	1
17)	Sección Contabilidad	Contador I	1*
18)	Sección Tesorería	Contador II	1*
19)	Dirección de Operaciones	Ingeniero Civil o Sanitario	1
20)	Depto. de Recolección	(5 años de experiencia)	
21)	Sección Servicio Regular		
22)	Servicios Especiales		
23)	Sección Microempresas	Promotor Social	1
24)	Depto. de Barrido de Calles	Técnico en Ingeniería	1*
25)	Depto. de Disposición Final	Ingeniero Civil o Sanitario	1*
26)	Depto. de Equipo y Talleres	Ingeniero Mecánico	1*
27)	Dirección Técnica	Ingeniero Civil o Sanitario	1
28)	Departamento de Planificación y Desarrollo	(5 años de experiencia)	
29)	Depto. de Apoyo Técnico	Ingeniero Civil o Sanitario	1 (1)
30)	Control y Supervisión de Contratos	(3 años de experiencia)	

* Personal que quedaría eliminado si la mayor parte de los servicios se contratan con la empresa privada. Sus funciones se recargan al Director correspondiente.

(1) El Control y la Supervisión de Contratos se reforzaría con un profesional de mayor experiencia