

***Red Latinoamericana y del Caribe
para la Capacitación y la Cooperación Técnica
Mediante la Educación a Distancia***

***Gestión Integral de
Residuos Sólidos
Municipales e
Impacto Ambiental***

INSTITUCIONES RESPONSABLES

*Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica
y Social (ILPES)*

Coordinación: Edgar Ortega

CEPAL-LPES

*Organización Panamericana de la Salud (OPS)
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del
Ambiente (CEPIS)*

Coordinación: Luiz Carlos R. Soares

OPS

*Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) Argentina
Facultad de Ciencias Económicas (F.C.E.)*

Coordinación: Dalmira Pensa

U.N.C.-F.C.E.

AUTORIA DE CONTENIDOS

Cepal-Ilpes:

Marcel Szantó
Jaime Muñoz
Fernando Calvo

OPS-Cepis:

Francisco Zepeda
Alvaro Cantanhede
Guido Acurio

U.N.C.:

Teresa Civallero

Indice

	Pag
Presentación	9
Objetivos	11
Programa del curso	12
Enfoque	14
Metodología de trabajo: La modalidad a Distancia	17
Materiales de estudio	21
Actividades de aprendizaje	29
Interacciones entre docentes y participantes	32
Acreditación	39
Evaluación	40
Plan de trabajo	41
Anexo 1	42
Anexo 2	46

Presentación

Atraves de esta breve presentación, abrimos un proceso de intercambio que aspiramos sea permanente, entre organizadores, docentes y todos los que hayan decidido iniciar el camino propuesto para este curso

Dialogar a distancia, sabemos, supone el desafío de aprender formas de relación con las que no todos estamos familiarizados, y será para docentes, organizadores y participantes, un objetivo primordial al tiempo que la condición que haya posible concluir satisfactoriamente este emprendimiento

Con el Módulo Introductorio pretendemos alcanzar los objetivos de informar y orientar al participante sobre el alcance y las características del curso, sobre

- * sus componentes organizativos básicos,
- * sus materiales de estudio y
- * las variadas acciones individuales o grupales que se proponen para encajar un proceso de estudio sistemático

Así como invitación a la más activa participación posible, sirva esta apertura de bienvenida a un espacio de relaciones que crece en la distancia.

Razones de este curso

En el marco de la sustentabilidad ambiental y de los procesos de urbanización, privatización y descentralización, la gestión integral de los residuos sólidos urbanos constituye hoy una preocupación de singular importancia por sus impactos directos e indirectos, algunos de ellos irreversibles y permanentes, tanto sobre el medio ambiente (aire, agua, tierra, paisaje) como sobre la salud de la población

Desde diversos ángulos la gestión de los residuos sólidos urbanos tiene una nueva connotación, por tratarse de una actividad que produce impactos negativos en ambientes físicos y sociales y donde la complementariedad entre mercado e intervención estatal puede lograr soluciones eficientes y equitativas

Un problema central en América Latina y el Caribe es la elevada generación de residuos, la ausencia de mecanismos que posibiliten su reciclaje y las formas de disposición final o basureros sin el tratamiento adecuado, situación que se agudiza en

Presentación

poblaciones pequeñas o de tamaño intermedio. Es por ello que el curso toma como eje la perspectiva de lo local-municipal promoviendo el análisis de la problemática en este tipo de ciudades, con el horizonte del mejoramiento de la calidad de vida.

Esta perspectiva posibilita a la vez pensar un problema general tomando en cuenta las maneras particulares en que se expresa en cada geografía social, económica, política y cultural.

El curso se inscribe en un proyecto compartido por universidades de diversos países y por organismos internacionales en el marco de LA RED LATINOAMERICANA Y DEL CARIBE PARA LA CAPACITACION Y LA COOPERACION TECNICA MEDIANTE LA EDUCACION A DISTANCIA apuntando a reconocer la diversidad, la heterogeneidad de cada situación singular y las diversas opciones de solución ajustadas a esas realidades.

Para esta red, que progresivamente consolida y amplía sus integrantes y lazos, es una razón de interés capacitar a funcionarios públicos y privados del nivel central, regional y local en las tareas relacionadas con la gestión integral de los residuos sólidos urbanos.

Destinatarios

* Profesionales y/o funcionarios con experiencia en administración pública municipal y en gestión de residuos sólidos urbanos.

* Profesionales y/o funcionarios con experiencia en administración pública municipal y en evaluación de proyectos locales.

* Miembros de universidades, organismos de planificación nacional, regional, o local.

* Funcionarios de municipalidades, centros de investigación, firmas consultoras, empresas de aso, cámaras de comercio, asociaciones y corporaciones de desarrollo.

* Expertos de organismos no gubernamentales y dependencias sectoriales vinculadas al saneamiento básico y al medio ambiente.

Objetivos

La terminología general, a través de esta propuesta de trabajo se aspira a promover la comprensión del problema de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, buscando alternativas de solución dentro de las opciones que el medio local permita.

Con una metodología activa y articulando equitativamente aspectos teóricos y prácticos, el curso se propone los siguientes objetivos específicos:

• Fortalecer la capacidad institucional y humana para mejorar los procesos de identificación, evaluación y gestión de diversas alternativas para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en los ambientes local y regional teniendo en cuenta el impacto ambiental.

• Promover la participación sistemática del conjunto de actores involucrados en la problemática de la gestión integral de residuos sólidos urbanos, desde una perspectiva de mejoramiento de la calidad de las redes sociales y de vida.

• Apropiarse de herramientas conceptuales, métodos, normas y procedimientos aplicables para el desarrollo de planes de gestión integral de residuos sólidos urbanos, que reconozcan las particularidades locales y la vez que les permitan interrelacionar, en relación con una problemática común.

• Ejecutar un proyecto de gestión integral de residuos sólidos urbanos teniendo en cuenta las realidades específicas en las que se actúa.

• Aprovechar la disponibilidad de nuevas tecnologías de la información y la comunicación, aplicando a un ámbito educativo, interactivo e interdisciplinario, en un espacio de intercambio de opiniones, experiencias y conocimientos sobre la temática objeto del curso.

Programa del Curso

Módulo 1 Recolección y transporte

Módulo 2 Reciclaje, tratamiento e incineración

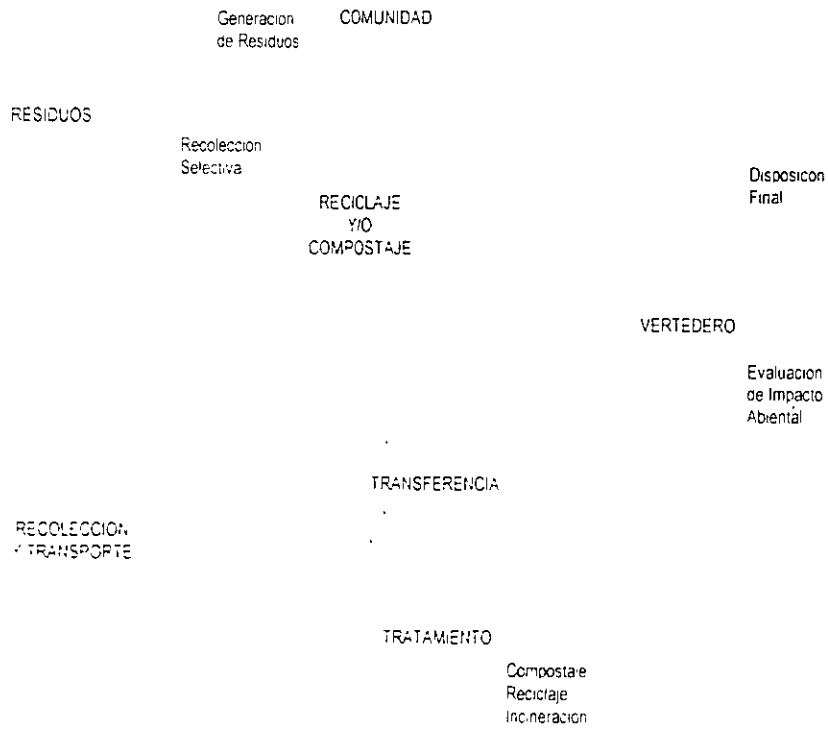
Módulo 3 Gestión del relleno sanitario

Módulo 4 Evaluación del impacto ambiental

Módulo 5 Gestión de Residuos Sólidos Urbanos

Esquema de contenidos

MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS



Un enfoque integral para abordar el programa de contenidos: La Agenda 21 y el Manejo de Residuos Sólidos Municipales en Latinoamérica y El Caribe.

Sabemos que el programa expuesto precedentemente, del mismo modo que el esquema de contenidos propuesto, puede ser abordado desde distintos enfoques. Una perspectiva es la que conduce a mirar el problema del manejo de los residuos sólidos urbanos enfatizando casi con exclusividad, en cuestiones relativas a su disposición final. Otra, la que pretendemos adoptar en este curso, pone el acento en una visión integral del problema, aunque no excluye los problemas y tareas derivadas de la disposición final en vertedero. Creemos que se justifica en actuales desarrollos científicos y técnicos y en políticas globales actualizadas en materia de medio ambiente y acciones destinadas a promover un mejoramiento de la calidad de vida, con una perspectiva de equidad pensando en los países latinoamericanos y del Caribe y su particular posición en el contexto mundial.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), celebrada en Río de Janeiro en 1992 (Conocida como Cumbre de Río), brindó una oportunidad única a la humanidad para colocar a nuestro planeta en el camino hacia un futuro más seguro y sostenible. Entre los principales acuerdos logrados por la comunidad mundial está la denominada Agenda 21 que consiste en un plan detallado e integral para realizar acciones globales que permitan la transición hacia un desarrollo ambientalmente sostenible.

La Agenda 21 tiene cuarenta capítulos cada uno de los cuales propone un conjunto de acciones que deben ser llevadas a cabo por las naciones y las comunidades en cada una de las áreas ambientales afectadas por el desarrollo. Los capítulos 20 y 21 se refieren al manejo ambientalmente adecuado de residuos sólidos industriales y municipales, respectivamente. En el capítulo 21 se refiere a los residuos domésticos y a otros residuos no peligrosos, tales como los comerciales, institucionales, de barrido y limpieza de calles y escombros de la construcción. La intención principal es tratar el manejo de estos residuos no solo en sus aspectos de recolección y disposición final sino bajo un:

Enfoque

concepto de manejo integral que contempla el ciclo de vida de la producción y el consumo de bienes y servicios

El enfoque integral mencionado, consiste en diseñar programas de manejo de residuos sólidos que contemplen la jerarquización de objetivos de cuatro áreas de acción consideradas en el programa

- * Promoción del tratamiento y disposición final
- * Expansión de la cobertura de recolección
- * Minimización de la generación de residuos
- * Maximización del reuso y el reciclaje ambientalmente adecuado

La figura que incluimos a continuación es una representación gráfica de las cuatro áreas del programa del capítulo 21. Es conveniente destacar que, para los países en desarrollo, las áreas de recolección y disposición son muy importantes pues aún no se ha logrado una cobertura universal y además son las dos áreas que tienen influencia directa sobre la salud pública y la contaminación ambiental.

Los países desarrollados, en cambio tienen una cobertura casi universal por lo que solo deben concentrarse en mantener la cobertura y mejorar la calidad. Estos países lógicamente ponen mucho más empeño en los programas de minimización y reciclaje. Los países en desarrollo recién comienzan a experimentar algunas actividades, generalmente a nivel local y sólo en unas pocas ciudades o a menudo únicamente en sectores de las ciudades.

Las dos últimas áreas se relacionan más con la conservación de los recursos naturales y energía. Por ello en algunos países han surgido grupos de personas que exigen que se ponga mayor atención a estos puntos, a veces pidiendo que se adopten programas y metas parecidos a los de los países desarrollados sin tomar en cuenta que aún tenemos problemas de cobertura de los servicios básicos de recolección y disposición final. Indudablemente un proyecto integral de manejo de residuos debe contener las cuatro áreas de acción, pero en nuestros países se debe hacer un balance más cuidadoso sobre las partes a las que se dedicarán los escasos recursos municipales, ya que los cuatro tipos de programas tienen un costo asociado. Es decir que en contra de la creencia popular, el reciclaje de residuos urbanos tiene un costo y muy raramente tiene utilidades.

Enfoque

En consecuencia, la combinación y énfasis de cada una de las cuatro áreas del programa variará según las condiciones locales socioeconómicas y físicas y las tasas de generación y composición de residuos.

CUMBRE DE AGENDA

21/21

RECOLECTAR

DISPONER

MINIMIZAR

RECICLAR

***PRIORIZAR CADA UNO SEGUN LAS
CONDICIONES DE CADA PAIS Y CADA
CIUDAD***

Metodología de trabajo: La Modalidad a Distancia

Qué significa enseñar y aprender a distancia

Iniciamos nuestro diálogo con la idea que muy probablemente, no sea familiar para todos los involucrados en este curso lo que significa, el alcance, las ventajas y dificultades, los por menores, el cotidiano de lo que denominamos un desafío: enseñar y aprender a distancia. A pesar que esta modalidad ya es en cierto sentido "vieja", no es por todos conocida, ni mucho menos experimentada.

La imagen más típica que tenemos cuando pensamos en una situación de enseñar y aprender, es la interacción presencial, denominada a menudo cara a cara, de docentes y estudiantes en relación con algún conocimiento que es de valor compartido.

La enseñanza y el aprendizaje en la modalidad a distancia implican necesariamente personas en interacción en torno de conocimientos, pero la forma de esos intercambios se modifica sustancialmente en dos aspectos de importancia: el espacio y el tiempo.

Reflexionemos sobre estas cuestiones, situados en el polo de la enseñanza:

* Las interacciones se diversifican, siendo las predominantes aquellas que se concretan a través de múltiples mediadores (textos impresos o informatizados, módulos y guías de trabajo, formas interactivas también informatizadas, medios audio-visuales, experiencias satelitales, además de algunos encuentros cara a cara, no siempre factibles debido a la distancia geográfica).

* Así, el espacio deja de ser el aula en sentido clásico -en realidad, el lugar en que en general nos hemos formado- y puede llegar a ser hasta un espacio-aula virtual, cuando se trata de interacciones informatizadas, ámbitos colectivos de encuentros satelitales, etc.

Metodología

También cambia el uso del tiempo. Muchas de las experiencias de respuesta inmediata, a la pregunta, a los gestos que observamos en la interacción directa, pasan a ser diferidas. En la modalidad a distancia se producen del mismo modo preguntas y respuestas inmediatas, como es el caso de un asesoramiento telefónico o de las posibilidades que brinda el acceso a internet. Pero no es lo más frecuente, sea por el costo en el primer caso, o por la organización necesaria en el segundo. Lo más típico es el uso del correo electrónico, el fax, el correo común, que siempre implican, hasta cierto punto, una respuesta demorada.

Ahora si pensamos particularmente en lo que significa aprender a distancia, es probable que quienes participen de esta experiencia tengan de inmediato una imagen de soledad en los caminos que se siguen para incorporar activamente conocimientos. Y esa imagen es hasta cierto punto real, pero de la misma manera que es real que se está solo aun aprendiendo en situaciones de presencialidad. Veamos por que.

* Aprender es un proceso que involucra múltiples movimientos intelectuales y afectivos de quien aprende, y si no existe esa actividad que es fundamentalmente personal, directamente se logran aprendizajes autoderivos.

* La presencia -cara a cara- de un docente nada garantiza en términos de aprendizaje cuando solo ejecuta el acto de transmitir conocimientos sin promover su comprensión genuina, sin promover la actividad del estudiante. En todo caso lo que garantiza -y bajo ciertas condiciones- es ejercer alguna cuota de control de lo que ocurre en un aula.

* Con la modalidad a distancia ese control inmediato desaparece, aunque no desaparece la presencia del docente a través de propuestas y guías de trabajo, orientaciones sistemáticas, sugerencias, evaluaciones periódicas con correcciones y devoluciones para reorientar el aprendizaje, en fin, muy diversas alternativas de actuación. Aquí lo importante entonces es reconocer que sería nec. e sino aprender a aprender sin que se verifique la constante del control a la que estamos acostumbrados, y aprender a ser activos en la producción del conocimiento, como la condición necesaria para que se logren buenos resultados, es decir: comprender y utilizar conceptos, identificar y analizar problemas, comparar entre alternativas, elaborar proyectos, etc.

Metodología

Por qué la modalidad a distancia en este curso

Enseñar y aprender a distancia en el marco de una red internacional constituye una posibilidad para aproximarnos a los espacios alejados de los centros urbanos más favorecidos, propósito de vital importancia en relación con la temática del curso.

La modalidad a distancia, a la vez que permite reconocer la diversidad regional, tiene la particularidad de respetar los procesos y formas de aprender individuales como base para el conocimiento compartido, siempre contemplando en la propuesta de trabajo la necesaria adecuación de los esfuerzos personales a las demandas que seguramente afrontan los participantes en relación con sus contextos de inserción laboral.

Partimos de la base que la mayoría de quienes se involucran en esta experiencia, tienen compromisos profesionales, de gestión, etc. que muy probablemente sean las exigencias principales a atender en su vida cotidiana. Será necesario en ese marco, darle un lugar al tiempo de lectura, de discusión con colegas, de búsqueda de información, de elaboración de nuevas ideas, lugar que seguramente redundará en un mejoramiento de las propias demandas del trabajo profesional o de gestión.

El curso se basa en una metodología activa y participativa orientada a "aprender haciendo" a través del aprendizaje gradual de conceptos, técnicas y procedimientos y su simultánea aplicación en la elaboración de un proyecto específico.

Privilegia el entorno local por encima del metropolitano por cuanto en las grandes ciudades existe una mayor capacidad institucional y técnica para resolver este tipo de problemas. Sin embargo, el contenido también facilita a los conocedores del tema abordar mejor el fenómeno en los grandes conglomerados urbanos.

Para uno y otro caso, es indudable que por las características aludidas de inserción laboral y por la distancia geográfica de esos entornos locales, se hace imprescindible atender a los mejores recursos que nos brinda la modalidad a distancia, adaptados a este caso particular.

Varias son las alternativas dentro de la modalidad a distancia que hemos incorporado para la concreción de este curso.

Metodología

Materiales de estudio -modulos con conceptos y actividades de aprendizaje, material teorico de profundizacion, acceso a red de informacion Repidisa-; diversas formas de interacción docentes-participantes -correo electronico, fax, uso de internet- guia para la elaboracion de un proyecto, un proceso de seguimiento de los aprendizajes y evaluación

En los puntos siguientes, realizamos una explicacion pormenorizada de cada uno de estos componentes de la propuesta.

Materiales

Vamos a precisar en este apartado las características principales de los materiales que cada participante recibirá, con los contenidos del curso de modo integrado.

Ellos son básicamente:

* Cinco Módulos de estudio

^ Un documento de apoyo, con materiales de profundización de los temas presentados en los Módulos y para la realización del proyecto.

* El diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe proporcionado por BID/OPS en disquette.

* El acceso a Red Panamericana de Información REPIDISCA

La experiencia en el desarrollo del curso nos indica que muchos de los mejores aprendizajes logrados en relación con el tema se deben a un intenso trabajo del participante con el conjunto de los materiales, no con ellos tomados aisladamente. Ese intenso trabajo, por supuesto, se complementa con una activa y permanente recuperación de la experiencia personal e institucional en los temas que se tratan. Creemos que ese es un buen camino que convocamos ahora a transitar.

Materiales

¿Qué son los módulos?

Constituyen el componente básico de la propuesta de trabajo, dado que incluyen un desarrollo sistemático de los diversos temas y problemas de interés. Los módulos son el resultado de un trabajo interdisciplinario -especialistas en el contenido y en cuestiones relativas a la enseñanza y el aprendizaje y la comunicación. El esfuerzo ha consistido en diseñar los específicamente para el estudio dentro de una propuesta a distancia.

¿Qué sería lo particular de los módulos que los hace diferentes de los textos no elaborados con el propósito de trabajar a distancia?

Lo que otorga a los Módulos el valor de orientadores y facilitadores del aprendizaje es la combinación de la estructura de uno -los conocimientos organizados lógicamente pensando todo el tiempo en cómo aprende quien se encuentra con ellos- con las estrategias de trabajo que allí se proponen.

Así, junto al tratamiento de los temas en los niveles de conceptos e procedimientos, se incluyen actividades de aprendizaje que son las que canalizan el objetivo de "aprender haciendo". La invitación inicial a participar activamente se concreta particularmente a través de estas actividades.

Cierto es que los participantes pueden ya conocer temáticas múltiples en los módulos, en cuyo caso la invitación es a comparar enfoques, a sacar conclusiones, a ampliar sistemáticamente la información con otros materiales o a través del intercambio con colegas e docentes del curso.

Pero vamos por partes. Veamos cómo se presenta en concreto la estructura y estrategia de trabajo en estos materiales.

Materiales

El texto de los módulos se organiza con los siguientes apartados

Objetivos de aprendizaje
Programa analítico
Desarrollo temático
Actividades de aprendizaje
Fichas de autoevaluación

¿En qué consiste cada uno de estos componentes? ¿Para qué sirven?

* Objetivos de aprendizaje. Constituyen orientaciones fundamentales tanto del proceso de estudio como de los conocimientos que se espera logren los participantes al concluirlo. En este sentido, son criterios importantes en las diferentes instancias de e-valoración. Volver a los objetivos "mientras" se estudia, suele ser de valor para situar al participante en expectativas de logro.

* Programa analítico. Incluye un listado de los contenidos que presenta el módulo, ordenados según una estructura lógica que ayuda a la comprensión del conjunto del tema tratado. Un programa puede ser visto como un elemento formal o convertirse en una verdadera ayuda, si se utiliza como herramienta que permite visualizar sintéticamente, el alcance dado a la temática que se aborda.

* Desarrollo temático. Se presentan, describen y analizan los conceptos centrales y sus relaciones, siguiendo criterios pedagógicos que pretenden facilitar su comprensión. Por tratarse de un material impreso que será estudiado "a distancia" se ha intentado recuperar la palabra del docente - especialista generando un texto tan ameno como amplio en el tratamiento teórico-técnico de los temas propuestos.



Materiales

Varias son las pistas en el texto que tienen, a nuestro entender, valor pedagógico

* Los títulos y sub-títulos muestran la jerarquía de los temas tratados, su estructura lógica, los más amplios e incluyentes, los menos abarcativos pero que ayudan a comprender más analíticamente cada cuestión

* En algunos casos, el orden de presentación puede invertirse, comenzando por lo más conocido y próximo a la experiencia y desde allí derivar a generalizaciones

* Podrán encontrarse en el texto preguntas que tienen el valor de organizar la

exposición, otras que constituyen la expresión de verdaderos problemas a

resolver y pueden ser generadoras de nuevas preguntas por parte de quien

aprende.

* Los esquemas y gráficos constituyen simplificaciones organizadoras de la comprensión, pero deben tratarse como una de las tantas formas posibles de elaborar síntesis. Seguramente, cada participante realizará sus propios esquemas y gráficos, que como elaboraciones personales pueden contribuir a la sistematización de la información y su comprensión tanto con los presentados en el texto.

* En algunos casos, se apela a comparaciones con situaciones conocidas, si se estima que ellas facilitan la interpretación por parte del participante

* En otros casos, es frecuente la ejemplificación con situaciones concretas de realidades locales diversas, sea a través del desarrollo de problemas, o del desarrollo de casos.

* Actividades de aprendizaje con esta denominación aludimos a las tareas que invitamos a que el participante elabore de modo sistemático. Se expresan bajo la forma de consignas que permiten analizar, comparar, integrar y reflexionar en torno a los conceptos que se incluyen en el desarrollo temático, así como también en función de los casos hipotéticos o de la propia realidad local. Se incluyen tres tipos de actividades, unas teóricas, otras referidas al trabajo de campo y las que permiten integrar estas dos, denominadas propuestas alternativas. Como a través de estas actividades se integran contenidos presentados en los Módulos, el Documento de Apoyo y la Red Panamericana de Información, se explican en detalle más adelante.

Materiales

* Pistas de autoevaluación. Se trata de orientaciones conceptuales que permitan al participante reflexionar sobre las respuestas que el mismo ha elaborado en las actividades de aprendizaje, detectando problemas, dificultades y/o aciertos en su proceso de aprendizaje. Solo las actividades teórico-conceptuales cuentan con pistas autoevaluativas, pues las respuestas de las actividades que implican un trabajo de campo quedan sujetas a situaciones muy particulares que difícilmente se puedan prever con anticipación.

Ahora si veamos un poquito como trabajar con estos componentes. Surge fundamentalmente una pregunta: el orden de la presentación en cada módulo ¿indica el orden en que debe encararse su lectura y estudio?

En principio, podríamos decir que en ese orden se refleja una manera de entender el proceso de aprendizaje, es decir, partiendo de una situación general, vamos arribando a cuestiones más específicas a la vez que más complejas.

Los objetivos o el programa cumplen esa función, de ubicar al participante en logros esperados y en el alcance de los conocimientos que se tratan en términos muy globales y luego es en el desarrollo temático y en las actividades de aprendizaje donde esa propuesta general toma cuerpo. De la misma manera, autoevaluarse revisando las pistas de autoevaluación, es una tarea que lógicamente, es típica realizar al finalizar el recorrido del módulo.

Sin embargo, sabemos que aprendemos en una permanente ida y vuelta entre lo general y lo particular, entre los procesos que nos permiten ver sintéticamente los asuntos en los que nos ocupamos y la actividad de análisis, de detenernos en los detalles. Desde esta perspectiva es que pensamos que el orden con que se trabaja con el texto de los módulos puede e incluso debe ser modificado en más de una oportunidad. Un ejemplo de ello es cuando debemos regresar a un módulo anterior para precisar algún concepto, o cuando pensamos de mirar las consignas para autoevaluarnos, que nos indican el acento puesto por los profesores en ciertas cuestiones.

Una sugerencia que consideramos apropiada es la de comenzar con una primera lectura general de TODO el Módulo, de modo tal de reconocerlo en sus aspectos esenciales, en su alcance, en el nivel de profundidad esperado, en las acciones que demanda desde el punto de vista del aprendizaje del alumno. Una vez abordado en general, será el tiempo de detenerse en sus particularidades.



Materiales

Puede ocurrir también que las actividades de aprendizaje se vayan realizando en simultaneidad al tratamiento de los temas. En este caso, el único recaudo es el de observar que en ellas en general se apunta a trabajar con la integración de conocimientos, e incluso, apelando como veremos a diferentes fuentes de información, que exceden lo expuesto en el módulo. Por ello, elaborar una actividad será una tarea más compleja, que no siempre podrá resolverse con un único concepto o idea.

¿En qué consiste el Documento de Apoyo?

El documento de apoyo reúne materiales de profundización de los temas tratados en los módulos, preparados especialmente para este curso por especialistas de las organizaciones que integran la red, así como los elementos necesarios para la formulación del Proyecto solicitado a los participantes.

Cuando decimos profundización, tenemos como objetivo principal acompañar al participante en la ampliación de conceptos y procedimientos que probablemente encuentren explicaciones generales en los módulos, y que merezcan un tratamiento en detalle.

Ciertamente, el documento de apoyo no agotará la problemática que se trate, por lo cual será de valor toda documentación que el participante pueda aportar para su comprensión. Una fuente de ampliación por temáticas propuesta desde el propio curso, es la Red Panamericana de Información, que pasamos a describir.

El acceso a la Red Panamericana de Información: REPIDISCA

Se trata de una red sobre temas de salud ambiental coordinada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), que se encuentra en Lima Perú.

Los principales temas sobre los que informa son:

- * Residuos Sólidos
- * Residuos Peligrosos
- * Salud Ambiental y Ocupacional

Materiales

- * Epidemiología y Toxicología Ambiental
- * Aguas Residuales
- * Abastecimiento de Agua
- * Ingeniería Sanitaria y Ambiental

La experiencia en el abordaje de estas temáticas indica que mucho de lo que se conoce no se encuentra adecuadamente sistematizado. Antes, constituye un saber disponible en el plano personal, de algunas instituciones, en todo caso local.

En este sentido, es un beneficio de gran valor formativo e informativo contar con la posibilidad de acceder a una Red de información que supera los límites locales, pues permite ver qué problemas se le presentan a otros, con qué criterios y como llegan a resolverlos, los enfoques predominantes para tratarlos, en fin, toda ella información que posibilita comparar lo local con otras experiencias.

Es por ello que invitamos al participante a hacer uso de REPIDISCA como un material de carácter complementario de valor en este curso. Está dirigido especialmente a quienes estén interesados en profundizar sobre algunas de las temáticas propuestas y que además cuenten con la posibilidad de acceso a INTERNET. Ciertamente no todos los participantes pueden contar con esa posibilidad, pero cada vez se amplía más esa alternativa. Quienes no cuenten con ella, y estén interesados, será preciso que lo hagan conocer a los organizadores.

La búsqueda de información gratuita se puede realizar a través de la Página Web www.cepis.org o por correo electrónico usando el LISTERVEK.

¿Qué es una página web?

Para quienes no estén familiarizados, la página web es un organizador informatizado de un conjunto de información acerca de diversas cuestiones, entre ellas, la descripción de instituciones, formas de acceso, diversidad de alternativas ofrecidas, etc.

Materiales

Información: REPIDISCA

- ❖ Sobre REPIDISCA
- ❖ Centros Coordinadores Nacionales
- ❖ Centros Cooperantes

- ❖ Manuales REPIDISCA
- ❖ Hojas de divulgación técnica
- ❖ REPINDEX
- ❖ Servicio de reproducción
- ❖ Software para biblioteca
- ❖ Disseminación selectiva de la información

Pasos a seguir para entrar a esta página

- 1) WWW.cepis.org.pe
- 2) Seleccione y haga "click" en "RESIDUOS SOLIDOS"
- 3) Seleccione "TEXTOS COMPLETOS"

Inmediatamente aparece el listado completo de los textos con título y autor que se han puesto a disposición, son más de veinte libros a texto completo, que se pueden leer o imprimir accediendo directamente a REPIDISCA.

También es posible solicitar información impresa adicional del resto de la bibliografía hacer uso del LISTERVER, contactando con el CEPIS vía fax al 51-1-4378289, vía correo electrónico al cepis@cepis.org.pe. En este caso, es necesario abonar por la documentación extra solicitada.

¿Que solicitar a través de este correo?

Para acceder a la información requerida, se deberá enviar la caracterización (signature) de los documentos de interés sobre todo el título (T) y código (ID).

Actividades de aprendizaje

Ahora si nos detendremos en la explicación del sentido y alcance de las actividades de aprendizaje que enunciábamos en el apartado referido a los componentes de los Módulos. Como lo afirmamos ya, decidimos explicarlas por separado pues se llegan a entender habiendo reconocido la existencia de otros materiales de estudio con los que hay que trabajar para resolverlas (material de profundización y REPIDISCA).

Los tres tipos de actividades, insistimos, apuntan en conjunto a comprender e integrar conceptos y procedimientos y a aplicarlos en situaciones prácticas.

Actividades que apuntan al trabajo teórico - conceptual

Decidimos este tipo de actividades por que la experiencia nos indica que para aprender, es necesario detenernos en ciertas precisiones de conceptos, definiciones, en relación con fenómenos complejos y aún cuando nos estemos refiriendo a otros que se caracterizan precisamente por su simplicidad.

Los problemas que parecerían caracterizarse por esa simplicidad, suelen en muchos casos encerrar núcleos temáticos de complejidad variada y detalles operativos que los especifican, los que merecen nos detengamos en su conceptualización, comparaciones, sistematización de procedimientos y análisis.

Estas actividades aportarán a construir un lenguaje común para referirnos a las cosas de las que hablamos, lo que constituye un paso de relevancia en la consolidación de una comunidad de profesionales que se ocupan y preocupan por una misma temática.

Actividades orientadas a la elaboración de un Proyecto

Durante todo el proceso de estudio e íntimamente relacionado con el avance en el trabajo con los módulos, el material de profundización y REPIDISCA, se proponen

Actividades de aprendizaje

actividades tendientes a la elaboración de un Proyecto en relación con la gestión integral de residuos sólidos urbanos, que servirá como forma de aplicación permanente de los conocimientos que se estudian a las realidades locales en las que interviene cada participante y que al finalizar el curso, servirá como herramienta de evaluación integral de los aprendizajes.

Creemos, como lo sostenemos inicialmente, que se aprende en un proceso de ida y vuelta entre la teoría y la práctica, y a ese objetivo apunta esta realización.

La elaboración de un Proyecto supone una serie de etapas lógicas y teóricamente justificadas. De allí que se respete una secuencia en la realización de las actividades tendientes a su elaboración.

Varían son las actividades que contribuirán a la elaboración del Proyecto. Desde la elaboración de un diagnóstico de situación, pasando por la identificación y explicación de algún problema relevante, hasta el despliegue de alternativas de solución y valoración del impacto económico y ambiental de esas alternativas. Su desglose en detalle se explica en cada Módulo.

Sin embargo, en esta introducción si queremos destacar que deberá realizarse un intenso trabajo de campo cuyo objetivo es la recolección de información de la localidad de cada participante para la elaboración del diagnóstico de la situación actual. Para desarrollar estas actividades incluimos en anexo una guía.

Al mismo tiempo, se ha pensado en capitalizar las experiencias realizadas por colegas en el marco del mismo curso en oportunidades anteriores, por el valor que ellas creemos que tienen para nuevos participantes. Valor para comprobar realidades, valor para ver modos de resolución de problemas, valor para estudiar como se explican esos problemas.

Es por ello que en algunos módulos para algunas etapas de elaboración del proyecto, incluimos actividades de análisis de proyectos elaborados por otros, que no necesariamente son ni las únicas ni las mejores respuestas posibles a situaciones determinadas. Servirán a los efectos de la ejercitación de la crítica aguda, siempre ponderaciones en el lugar de quienes deben asumir el complejo problema de la gestión de residuos sólidos urbanos.

Actividades de aprendizaje

Elaboración de propuestas alternativas

Con este conjunto de actividades se pretende que cada participante pueda establecer relaciones entre las actividades conceptuales y el trabajo de campo realizado. Para ello se proponen casos o consignas en las que se solicitará generar propuestas que tiendan a resolver las situaciones contradictorias, conflictivas e inciertas que hubieran sido detectadas.

Las actividades de aprendizaje teóricas y de elaboración de alternativas son en general *Optativas*, aunque algunas son planteadas como de resolución obligatoria, según su pertinencia para la elaboración del proyecto. Las actividades específicas referidas a este último se presentan de acuerdo al cronograma que se incluye más adelante.

Interacciones entre docentes y participantes

Como se desprende de las descripciones de materiales que realizamos anteriormente, el material impreso en sus diversas variantes ocupa un lugar central en este curso a distancia. La palabra escrita en texto impreso, la palabra de los docentes, de los organizadores, es entonces un medio básico para comunicarnos.

Sin embargo, esta propuesta ofrece otras vías o formas en las que también circulará la palabra, para intercambiar información, dificultades o problemas. Otras vías que permitieran, eso esperamos, un mayor acercamiento entre organizadores, docentes y participantes.

Hemos organizado Video-conferencias -al estilo clases magistrales- Tutorías e intercambios autoadministrados entre participantes. En estos tres modos básicos potenciamos la interacción.

Las video-conferencias

En la manera que hemos pensado la modalidad a distancia para este curso, un modo de intercambio que posibilita acceder a puntos de vista, explicaciones o ampliaciones de temáticas antes por parte de especialistas destacados, son las video-conferencias.

El uso de medios satelitales tiene importantes ventajas para esta modalidad, pues posibilita encuentros que de otra manera serían impensables. Profesores de diferentes países serán los actores centrales de estas conferencias en la sede de transmisión y los participantes, simultáneamente en diversos espacios regionales, junto a un docente-tutor local, tendrán la posibilidad de recibir activamente estos desarrollos, a través de la imagen en pantalla.

En este sentido, la novedad respecto de las conferencias presenciales, cara a cara, es que las video-conferencias se realizan de modo simultáneo organizado en cuanto a los horarios de iniciación y culminación, que serán comunicados oportunamente a todos los participantes de las diferentes sedes regionales.

Interacciones

Las Tutorías

Llamamos tutorías a los encuentros -presenciales o a distancia- en que se producen intercambios entre docentes y participantes y que tienen como objetivos principales:

- * la orientación permanente y sistemática del proceso de aprendizaje
- * el intercambio de opiniones y enfoques entre docentes y participantes
- * la identificación y resolución de dificultades, tanto en la comprensión de los conceptos como en su aplicación

¿Cómo se organizan las Tutorías?

Las tutorías se podrán organizar de diversas maneras según las particularidades de las sedes organizadoras y de los participantes en el curso en cada país. En todos los casos, la participación será optativa, no existiendo entonces requisitos que obliguen a intervenir en ellas. Sin embargo, alentamos a quienes decidieron la realización del curso, a valerse de algunas de las alternativas que vamos a describir, ya que las tutorías constituyen uno de los caminos por los cuales se logra romper con el aislamiento efectivo de la distancia.

Pueden asumir cuatro modalidades, cada una con sus posibilidades, límites, formas de organización

- * Tutorías presenciales
- * Tutorías Telefónicas
- * Tutorías por Fax y/o Correo Electrónico
- * Tutorías interactivas por internet (chat)

Tienen en común un factor central, sin cuya presencia no podrían tener lugar: nos referimos al necesario trabajo previo del participante con el contenido del curso, con sus materiales de estudio, con sus actividades de aprendizaje. Toda interacción será posible sobre la base de las dudas que se formulen, las interpretaciones de diferentes temas, el relato de experiencias realizadas, los avances en la realización de los proyectos individuales.

Interacciones

Cualquiera sea su modalidad, son espacios importantes para compartir los avances en el proceso de estudio, además de problemas y dificultades en la comprensión y aplicación de conceptos, abordar la profundización o ampliación de temáticas específicas de interés, especificaciones sobre la aplicación de lo estudiado en situaciones nuevas o en la elaboración de los proyectos, ampliación de simplificaciones, comparaciones, etc.

Ahora si veamos sus objetivos y particularidades

Tutorías presenciales

Este tipo de tutorías permite a cada participante el intercambio cara a cara con el docente así como con otros participantes. Uno de los límites de este tipo de tutorías suele ser la fuerte dispersión de los participantes en el espacio geográfico regional. Es por ello que su pertinencia será evaluada en cada caso. Si se decide organizarlas, cada sede acompañará un cronograma con días, horarios y lugar donde se concretarán.

Tutorías telefónicas

El participante podrá presentar todo tipo de inquietudes por este medio. Desde aspectos organizativos que podrán requerir ciertas precisiones hasta el tratamiento de dudas o problemas en relación con el contenido o la metodología de trabajo. Sabemos que en muchas realidades regionales el uso del teléfono suele ser un medio de sencillo acceso por su disponibilidad pero más complejo por el costo de su uso. No obstante, creemos que resulta conveniente dejar abierta la posibilidad sobre todo en los casos en que no se cuenta con acceso a medios electrónicos. En cada sede organizadora, los docentes establecerán días y horarios para la recepción de las llamadas telefónicas, información que será brindada a los participantes al iniciar el curso.

Tutorías por Fax y/o Correo Electrónico

Estas consultas pueden ser individuales o grupales. En no pocas oportunidades, participantes que comparten tipos de problemas tienen proximidad en sus lugares de vivienda, se reúnen y elaboran consultas de carácter colectivas. En otros casos, se plasman por escrito las cuestiones de interés personal. Pero en cualquier caso, aunque de hecho la respuesta docente -el intercambio esperado, es directo, la ventaja de este tipo de tutorías es precisamente el plasmar por escrito la discusión o duda de que se trate, esfuerzo que en sí mismo contribuye a ir aclarando los problemas. Al mismo tiempo, suele ser beneficioso el tiempo que media entre preguntas, discusiones de los participantes y opiniones, argumentos del docente, ya que le posibilita a este también madurar sus respuestas.

Interacciones

La experiencia nos indica la fertilidad de este tipo de intercambios que obviamente se intentan resolver en el menor tiempo posible y por el mismo medio al utilizado por el o los participantes, a través de la confección de listas de direcciones electrónicas o de números de fax.

Es importante destacar también que el e-mail será una vía de transmisión de información complementaria respecto de cuestiones organizativas generales del curso.

Tutorías interactivas por INTERNET: CHAT

Los participantes en este curso tendrán también la posibilidad de trabajar en modo complementario en red cooperativa asistida por tutores a través de INTERNET utilizando la herramienta de comunicaciones pluridireccionales CHAT.

El CHAT permitirá las interacciones tutor-participante y entre participantes, generando debates en tiempo real, a pesar de no encontrarnos cara a cara. Este tipo de interacciones es cada vez más utilizado en propuestas a distancia. Como decíamos inicialmente, sabemos que muchos no disponen aún de esta posibilidad, pero cada vez es más frecuente que las mismas instituciones cuenten con acceso a internet. Pensamos aprovechar esta oportunidad, sin excluir a quienes no pueden acceder a ella.

¿Qué significa el CHAT, desde la perspectiva de quien lo utiliza?

Aunque el término pareciera remitir a algo muy complejo, sencillamente alude a un espacio electrónico de conversación, de "chula", en el que la palabra escrita sustituye a la oral. Los intercambios se suceden de modo análogo a la conversación cotidiana, aunque habrá que aprender algunas de sus particularidades, que en no pocos casos, sorprenderán, o también presentarán sus dificultades que habrá que vencer. Entre ellas, los malos entendidos. Aprender a tratar con estas particularidades será en sí mismo un desafío.

Interacciones

¿CÓMO SE INGRESA AL CHAT?

Para hacer efectiva la comunicacion por CHAT es necesano contar con un programa especifico instalado en la computadora que deberá ser el mismo para todos los que intervienen en el intercambio

*Por las posibilidades que ofrece, en el curso nos manejaremos con el programa **MIRc**. Para contar con él, sera preciso "bajarlo" -como decimos coloquialmente- desde **INTERNET** el programa puede ser bajado desde la siguiente direccion.*

<http://www.irc-scripts.com/files/mirc57t.exe>

*Una vez que haya bajado el archivo, proceda a instalarlo. Cuando la instalación haya finalizado puede acceder al programa llendo a boton **INICIO** luego **PROGRAMAS** y en la lista de programas encontrara el grupo **MIRC**, y y desde ahí ejecute **MIRC32**.*

Cuando el programa se ejecute le solicitara una sene de datos suyos (por seguridad) no ingrese su nombre real (full name) ni tampoco su cuenta de E-mail real (E-mail). Invente una ficticia, pero le recomendamoso escribir sus datos reales. Ya que cualquier persona puede acceder a ellos. Donde dice su Nick (name) escriba su apodo con el cual va a chatear

*Con los datos anteriores ingresados precione el boton que dice "**Connect to IRC server**", cerciorandose que al servidor que se está conectando sea **DALNET** (El tipo de servidor aparece justo arriba del boton **connnet to IRC Server**". La razón es que existen distintas redes de chateo ellas son **DALNET**, **EFNET**, **UNDERNET** y otras mas. Vea estas distintas redes como el servicio telefónico. Existe **CTC**, **Manquehue**, **EntelPhopne**, etc. En este caso se va a utilizar **DALNET***

*Si usted se conecta y el nick name ya esta siendo usado, **mIRC** tratara de utilizar su **Alternative**. Si por alguna casualidad este nick alternativo está tambien siendo usado, **mIRC** le mostrara esto en pantalla:*

/NICK

Interacciones

Ud junto a /NICK debe ingresar un nick que no este en uso Ejemplo

/nick Junpablo75 [precionar ENTER luego de tipear JuanPablo75]

(Si el nuevo nick estuviese tambien en uso, mIRC le dirá que nuevamente ingrese uno no existente)

Una de las características notables que posee DALNET es que el Nick Name o apodo (nombre con el cual usted chatea) posee un dueño Es decir, si su Nick es "juanPablo" (un nick no puede contener espacios en blanco). Usted puede proteger ese nick con una clave secreta (password)

*Si Ud se conecta a DALNET y le aparece lo siguiente:
NickServ-This nick is owned by someone else Please choos another
NickServ- if is this your nick, type /msg Nickserv IDENTIFY <password>*

*Eso indica que el nick que Ud seleccionó ya tiene un dueño Si Ud es el dueño ingrese
/nickserv identify password [presione ENTER e ingrese su password que es su clave secreta]*

Si Ud, no es el dueño, cambie el nick o de lo contrario DALNET le pondrá a Ud un nuevo nick como el siguiente GUEST3234 (que significa VISITA3234)

Para cambiar el nick utilice el mismo comando /NICK visto anteriormente

Si Ud, esta usando un nick y no hay mnesajes de NickServer que le advierte que el nick ya tiene dueño, significará que el nick esta libre Ud se puede registrar como dueño Para ello escriba

/nickserv register password [ENTER]-> password es una palabra secreta escogida por Ud

En este curso, hemos, previsto dos encuentros a través del chat, sus fechas y horas serán comunicadas oportunamente por los organizadores del curso

Intercambios via correo electrónico

Interacciones

Ya es altamente frecuente que tanto en situaciones laborales como en procesos de capacitación, se haga uso del correo electrónico como forma habitual de comunicación entre colegas y pares. Aprovecharemos este medio promoviendo el encuentro entre participantes, sobre todo aquellos que se encuentran en sitios remotos.

Una vez avanzada la primera etapa del curso, desde la organización se proveerá un listado de participantes de todos los países y las temáticas en las que se encuentran trabajando, para favorecer este tipo de alternativas.

Conformación de grupos de estudio o discusión presenciales

Ahora nos referimos a encuentros con colegas que viven en zonas próximas. Suele ser de interés constituir grupos informales para el estudio, o para la revisión entre pares de avances o, como decíamos anteriormente, para encargar consultas colectivas.

Creemos que este tipo de encuentro, que no depende más que de la voluntad de quienes se encuentran en el curso, es sumamente favorable al intercambio de experiencias.

Cada sede articulará una manera específica de contacto entre participantes, de acuerdo a las particularidades de la matrícula en cada lugar.

Capítulo 1

Acreditación

Cada participante recibirá una CERTIFICACION con diploma otorgado por ILPES, OPS Y LA UNIVERSIDAD LOCAL que ha sido sede del curso

Se CERTIFICARA como

PARTICIPACION a quienes intervengan activamente en la primera parte del curso, cumplimentando como mínimo la primera entrega del proyecto, acorde a los criterios y nivel exigidos para su aprobación

APROBADO a quienes presenten el proyecto final, con logros acordes a los criterios y nivel exigidos para su aprobación.

APROBADO CON DISTINCION a quienes hayan realizado en opinión del docente- tutor, un trabajo destacado, meritorio y de excelencia en cuanto a su contenido y presentación, que supera los criterios y niveles mínimos de aprobación exigidos.

La Red Latinoamericana y del Caribe para la capacitación y la cooperación técnica Mediante la Educación a Distancia, ha previsto otorgar premios a los trabajos que deban destacarse por su calidad según el juicio de un comité de evaluación especialmente conformado a estos efectos

-Se seleccionarán los diez mejores trabajos del conjunto de países integrantes de la Red para su publicación por parte del ILPES (Instituto Latinoamericano y del Caribe en Planificación Económica y Social) y se incorporarán a la base de REPIDISCA

-El mejor trabajo de estos diez, será difundido en la publicación trimestral de AIDIS, Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria, a través de una gestión especial de OPS.

Los autores de los tres mejores trabajos de la Red, serán invitados por OPS para realizar una estada de una semana en CFFIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente) Lima - Perú, o en otra institución de prestigio semejante de América Latina

-Los integrantes de los cinco mejores trabajos de cada país, serán convocados a participar en reuniones de presentación de sus proyectos ante organismos interesados en la temática desarrollada

Anexo

Capítulo 1

Pautas para la Presentación del trabajo final

Esta pauta se presenta como referencia para la elaboración del proyecto por parte de los alumnos. Sin perjuicio de las recomendaciones específicas del Documento y los Módulos, el documento deberá contener los siguientes capítulos:

I. Índice

II. Presentación

Aquí debe indicarse que se trata de un documento elaborado para el curso "GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES E IMPACTO AMBIENTAL", discutido y patrocinado por CEPAL / ILPES, OPS, CEPIS en el marco de la Red Latinoamericana y del Caribe para la capacitación y la Cooperación Técnica Mediante la Educación a Distancia.

Se debe incluir el nombre del o de los alumnos que elaboran el proyecto.

III. Resumen y Conclusiones

La presentación del proyecto debe comenzar con un resumen de los aspectos más relevantes identificados durante el estudio. Se trata de tener, a nivel ejecutivo, una visión general del problema analizado y de las soluciones planteadas para resolverlo.

El resumen debe incluir, en primer lugar, el análisis del problema que se pretende resolver y el área de influencia en la cual se circunscribe el proyecto.

En segundo lugar, se debe mencionar el resultado del diagnóstico de la situación actual (gestión o superavit), haciendo especial referencia a la población que necesita ser atendida por el proyecto. En seguida se deben mencionar las alternativas de solución que se analizaron y justificar la que se seleccionó para resolver el problema detectado.

Capítulo 1**Anexo 1**

A continuación se debe presentar el resumen de la evaluación de la alternativa seleccionada y hacer los comentarios pertinentes relativos a la recomendación a que el grupo arribó respecto del proyecto preparado.

IV. Identificación del Problema

En este capítulo se debe presentar la correcta identificación del problema a partir del cual se desarrollará el árbol de causas y efectos, así como el planteamiento de las consecuencias que se producirían si no se lleva a cabo ninguna acción tendiente a superar la situación problema detectada.

Se debe presentar el árbol de medios y fines, depurado y modificado, identificar las posibles alternativas de solución y caracterizar en términos de sus condiciones socio-económicas a la población afectada por el problema.

V. Diagnóstico de la Situación Actual

Aquí se deben desarrollar los siguientes elementos:

- a) Presentación de criterios que contribuyan a definir el área de influencia del proyecto. Antecedentes generales de la localidad, análisis de las fases de la cadena de eliminación de los residuos.
- b) Determinar la disponibilidad y acceso de la población del área de influencia a los servicios del sector del proyecto en cuestión. Ello implica, estimación de demanda actual, proyección de la demanda, oferta actual y estimación del déficit.
- c) En seguida, será necesario plantear la justificación del problema detectado en función de los resultados de los estudios de oferta y demanda. Análisis de aspectos relativos a la operación, costos, cuestiones administrativas.

VI. Identificación y Definición de Alternativas de Solución

El planteamiento de alternativas de solución puede estar enfocado hacia la solución integral del problema o hacia la identificación de soluciones parciales, que pueden obedecer a distintas restricciones técnicas, que deben quedar convenientemente justificadas.

Cualquiera sea el caso es conveniente, identificar, al menos y dentro de lo posible, dos alternativas de solución al problema planteado. Para ello será siempre conveniente partir por señalar la primera alternativa con metodología.

Anexo 1

Capítulo 1

- a) Optimización de la Situación Actual, cuando sea posible será conveniente plantear esta alternativa, normalmente asociada a pequeñas mejoras, para no asignar los mismos beneficios a otras alternativas que se mencionen.
- b) Planteamiento de Otras Alternativas, las que deberán describirse indicando las principales características de cada una de ellas

VII. Evaluación de las Alternativas Seleccionadas

En esta parte se deberá presentar en forma resumida los beneficios y costos de cada una de las alternativas analizadas. Se deberá verificar la correcta elaboración de los flujos de costos, en términos de la vida útil definida para cada alternativa, la periodicidad de los costos de operación y mantenimiento, la vida útil definida para los equipamientos, cuando los haya, etc.

Se debe en esta parte justificar la elección de una de las alternativas.

VIII. Evaluación del Proyecto o Alternativa Seleccionada

En esta parte, se debe desarrollar a fondo la alternativa seleccionada, se deben realizar las consideraciones generales acerca de la capacidad institucional y financiera de la entidad promotora del proyecto, y se deben emitir los juicios pertinentes acerca del impacto ambiental que puede tener el proyecto.

En esta parte se deben contener la identificación de todos los costos y beneficios del proyecto, medibles y no medibles. Se realizarán los cálculos afinados de rentabilidad privada y social del proyecto, y se concluirá con la recomendación respecto del mismo.

IX. Evaluación de Impacto Ambiental

El alumno presentará una relación de los problemas más relevantes desde el punto de vista ambiental, se exigirá como mínimo la presentación de la matriz de impacto y el análisis de esta, indicando los aspectos más destacados que se presenten.

Capítulo 1**Anexo 1****X. Programa de Educación Ambiental**

Se analizarán los aspectos institucionales, marco legal de funciones, representatividad, comunicación con la comunidad, conocimiento de los ciudadanos, identificación de instituciones públicas, implementación y administración de un programa de educación a la población. Aspectos educativos: participación ciudadana, reducción en la fuente, separación en el origen, compostado, grupo objetivo, actividades, costos.

XI. Bibliografía y Fuentes de Información

Este capítulo debe contener una relación de los documentos revisados y las fuentes de donde se obtuvieron los datos utilizados en el estudio, identificando y vinculando cada uno de ellos.

XII. Anexos

Antes es recomendable que se presente toda información y documento que respalde la situación analizada, como por ejemplo, mapas, planes, presupuestos, etc.

Anexo

Capítulo 1

GUIA PARA LA ELABORACION DEL DIAGNOSTICO DE LA GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

El objetivo de esta guía es acompañar la preparación del diagnóstico base para la elaboración del proyecto de gestión integral de RSM, a través de un puntaje de los principales factores e indicadores que deben ser analizados en la gestión de Residuos

Sin pretender ser un desarrollo exhaustivo de los mismos, tiende a enfocar los distintos aspectos que deben ser considerados en el momento de recopilar la información y la búsqueda de datos que permitan una visión de conjunto para la elaboración del diagnóstico del actual sistema de Gestión de los residuos sólidos municipales

Estos aspectos son los requerimientos mínimos que deberá incluir el Diagnóstico que debe ser presentado en la primera entrega del Proyecto. Para ampliar los distintos ítems deberá recurrir a los Módulos, el Documento de apoyo y la bibliografía complementaria del curso.

I. Aspectos generales del Municipio o Comuna

1. Nombre
2. Ubicación
3. Población (cantidad de habitantes, densidad, tasa de crecimiento, etc.)
4. Características socioculturales y económicas de la población
5. Principales actividades económicas del municipio, zona o región
6. Características geográficas, climatológicas y topográficas
7. Principales características de urbanización (infraestructura, trazado de calles, calles pavimentadas, de tierra, planos de la localidad, etc.)

II. Aspectos generales de la Gestión de Residuos

1. Determinación del área (departamento y/o dependencia responsable de la Gestión y su ubicación en la estructura organizacional del municipio o comuna)

Capítulo 1**Anexo 2**

2. Organización y prestación del servicio
(Indicar si es de gestión municipal, concesionado, de gestión conjunta con otros municipios, de gestión conjunta con el sector privado, etc.)
3. Precisar el marco legal en el que se encuentra el servicio (Leyes, normas, ordenanzas, jurisdicciones, etc.)
4. Descripción del personal jerárquico, técnico y administrativo involucrado en la Gestión (indicar cantidad, nivel de capacitación, etc.)
5. Costo del Servicio
(análisis de los costos para recolección, transporte, en personal, equipamiento, etc.)
6. Financiación del Servicio
(tasas, impuestos, tarifas, subsidios, otras formas de financiación)

III. Aspectos particulares sobre los Residuos Sólidos Municipales.

1. Análisis cuantitativo y cualitativo de los RSM
 - * Cantidad generada en Tn/día
 - * Clasificación y Composición de los RSM
2. Porcentaje de la Población atendida
3. Sobre la Recolección y transporte de los residuos domiciliarios
 - * Frecuencia actual
 - * Áreas o zonas de recolección
 - * Personal a cargo del servicio
 - * Cantidad y características de los vehículos de transporte
 - * Otros
4. Análisis de los mismos aspectos del punto anterior para:
 - * Barrido y limpieza de calles
 - * Residuos industriales y especiales (en forma general)
 - * Residuos hospitalarios, patógenos y peligrosos (en forma general)

Anexo 2

Capítulo 1

V. Análisis de la Disposición final de residuos

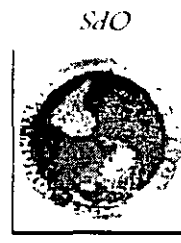
1. Metodo actualmente en uso para la disposicion final
2. Identificar la localizacion geografica del vertedero y describir las principales caracteristicas topograficas de la zona en la que se esta el predio de disposicion final
3. Vida util del actual vertedero
4. Distancia entre el centro de generacion de residuos y la disposicion final
5. Analisis de los accesos principales y secundarios al vertedero y verificacion de su estado. Visibilidad del vertedero desde el exterior
6. Observar la existencia de un sistema de control de ingreso al vertedero, señalizaciones internas y externas
7. Precisar si hay cubricion y su frecuencia
8. Observar si hay presencia de personas dedicadas al cachureo o cuido, vectores, animales, etc
9. Verificar el tipo de tratamiento del suelo usado para el vertedero (impermeabilizacion, otros) y determinar la presencia de liquidos percolados, drenajes, venteos, residuos en combustion, malos olores, etc.
10. Con relacion al entorno interno y externo al predio de disposicion, observar si hay materiales dispersos, pozos de agua, viviendas, cultivos, sistemas de monitoreos, etc
11. Identificar la forma de descarga (manual, mecanizada)
12. Observar el manejo y disposicion de los residuos industriales, hospitalarios, peli grosos en el predio
13. Verificar la existencia de controles de seguridad y sanitarios
14. Verificar la existencia de disposicion alternativa para emergencias climaticas
15. Verificar la existencia de proyectos de cierre, sellado y reinsersion del predio.

Capítulo 1**Anexo 2*****V. Consideración final***

El conjunto de factores e indicadores observados y analizados debe ser valorado atendiendo a ciertos parámetros y criterios, que usted encontrará plasmados en el conjunto de materiales del curso.

Considerados aisladamente, pueden dar una visión parcial de la gestión de RSU en su localidad, ponderados en conjunto, facilita una visión integral de la problemática que ayudará al momento de proyectar alternativas, la identificación de puntos débiles y fuertes de la situación objeto de estudio y diagnóstico.

MODULO UNO



***Red Latinoamericana y del Caribe
para la Capacitación y la Cooperación Técnica
Mediante la Educación a Distancia***

***Gestión Integral de
Residuos Sólidos
Municipales e
Impacto Ambiental***



INSTITUCIONES RESPONSABLES



CEPAL-IPES

*Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica
y Social (ILPES)*

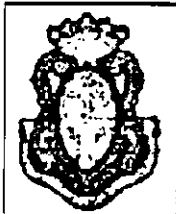
Coordinación: Edgar Ortegón



OPS

*Organización Panamericana de la Salud (OPS)
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del
Ambiente (CEPIS)*

Coordinación: Luiz Carlos R. Soares



U.N.C.-F.C.E.

*Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) Argentina
Facultad de Ciencias Económicas (F.C.E.)*

Coordinación: Dalmira Pensa



AUTORIA DE CONTENIDOS

Cepal-Ilpes:

Marcel Szantó
Jaime Muñoz
Fernando Calvo

OFS-Cepis:

Francisco Zepeda
Alvaro Cantanhede
Guido Acurio

U.N.C.:

Teresa Civallero



DISEÑO Y DESARROLLO MODALIDAD A DISTANCIA

Departamento de Educación a Distancia-F.C.E.-U.N.C.

Dirección:

Hada Graziela Juárez J. de Perona

Coordinación General :

Dalmira Pensa

Coordinación Pedagógica y Evaluación:

Adela Coria

Marcela Sosa

Arte y Diagramación:

Santiago Druetta

Abel Tomasino

Equipo de Apoyo Pedagógico:

Gabriela Sabulsky

María Helena Saddi

Paola Roldán

Nancy Castellano

Joel Armando

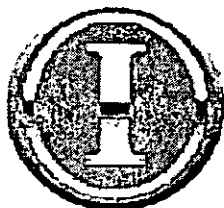
Daniela Reynoso

Secretaría Técnica de Educación a Distancia en
ILPES - CEPAL, a cargo de:

Alejandra Naser (anaser@eclac.cl)

María Angelica Pacheco (mpacheco@eclac.cl)





Indice

Objetivos 9

Introducción 10

Capítulo 1: Recolección de residuos sólidos urbanos 13

Capítulo 2: Sistemas de recolección domiciliaria
en América Latina y el Caribe. 29

Capítulo 3: Equipamiento para la recolección. 39

Capítulo 4: Factores incidentes en el proceso
de recolección y transporte de R S U. 49

Capítulo 5: Estaciones de transferencia. 59

Capítulo 6: Consideraciones básicas para la elaboración
de un proyecto de residuos. 65

Capítulo 7: Diseño del sistema de recolección. 69

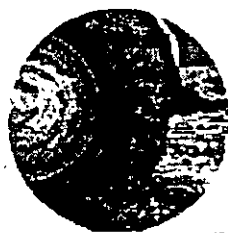
Capítulo 8: Limpieza de calles 87

Glosario 97

Bibliografía 99

Actividades de Aprendizaje 101

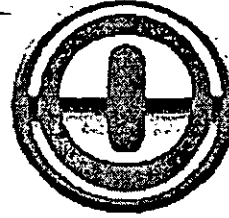
Pistas de autoevaluación 104



Recolección y Transporte

8



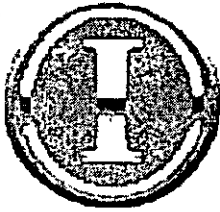


Objetivos

- Conocer las implicancias medioambientales derivadas de un manejo inadecuado de los residuos sólidos domiciliarios por parte de las comunidades.
- Analizar el manejo de la basura desde el origen hasta la disposición final, identificando la forma de almacenamiento y el equipamiento para su recolección
- Caracterizar las diferentes condiciones de la recolección identificando los factores incidentes.
- Reconocer las problemáticas centrales de la elaboración de un diagnóstico del proceso de recolección y transporte de residuos sólidos urbanos.

Recolección y Transporte





Introducción

La Conferencia de Estocolmo en 1972 se reconoce como un hito importante en el análisis de los problemas ambientales. En su ámbito surge la necesidad de elaborar estrategias de desarrollo en el plano nacional e internacional, donde los objetivos ambientales no estén ausentes.

Posteriormente, en el año 1987, la Comisión Brundtland presentó el informe "Nuestro Futuro Común" en el que se acuña el concepto Desarrollo Sostenible: *"Esta en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, es decir, asegurar que satisfaga las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias"*.

En este contexto, la sustentabilidad debe ser entendida como un conjunto de acciones y decisiones respecto de la producción, consumo, inversión y uso de los recursos ambientales que una sociedad toma. De esta manera, se puede analizar si las formas de organización social y económica aseguran la convergencia hacia los principios del desarrollo sustentable.

En la ECO RIO '92 se debatió acerca de la responsabilidad que les cabe a los países ricos en relación con los países pobres, sobre el deterioro del medioambiente y las consecuencias de las prácticas de las sociedades de alto consumo.

Asimismo el "modelo latinoamericano para el desarrollo sustentable" alerta sobre las dificultades que se aviecen en la región, si se siguen imitando las pautas de desarrollo seguidas por los países ricos.

El impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente no es un fenómeno de nuestros días. Mucho tiempo atrás, la condición de cazador-recolector nómada del ser humano propició su expansión por el mundo y el efecto ambiental negativo de esta actividad se vinculó casi en exclusividad con la extinción de especies.

El cambio de estilo de vida -de nómada a sedentario- se observa con el desarrollo de la agricultura, la que conjuntamente con el crecimiento de la población inicia los primeros procesos de deforestación, cuyas consecuencias permanecen hasta nuestros días.



Introducción

La revolución industrial del Siglo XVIII estuvo marcada por una creciente demanda de energía y hacia mediados del Siglo XIX comenzó a explotarse el petróleo a escala comercial. Este período se caracterizó por una forma de vida altamente dependiente de la energía no renovable y fuertes procesos de urbanización que en la actualidad se manifiestan en una población urbana que alcanza un nivel del 80%, cifra por demás alarmante.

La propia condición gregaria del ser humano, la cultura consumista propiciada a partir de los desarrollos de los medios de comunicación y la explosión demográfica han sido determinantes claves en el proceso de concentración urbana. Estos procesos traen aparejados grandes problemas ambientales propios de las ciudades. La provisión de agua potable, tala para construcción de viviendas y calor para el hogar, problemas relacionados con los efluentes cloacales y la generación, recolección y disposición final de residuos, son ejemplo de ello.

La producción de residuos propia de la actividad del hombre en tanto sean devueltos al medio ambiente a tasas y en concentraciones que permitan ser absorbidos en los ciclos naturales, no es problemática en sí misma. El problema ambiental se origina cuando la concentración de desperdicios almacenados alcanza niveles que comienzan a causar efectos nocivos en los organismos vivos.

Tanto la calidad como la cantidad de residuos que se generan afectan el sistema integral de gestión que incluye la recolección, transporte y disposición final de los mismos.

Las escasas políticas ambientales, que además son incipientes, repercuten, entre otros aspectos, en este servicio que se expresa a la hora de depositar los para su recolección. Probablemente, este fenómeno no sea reconocido por quienes en lo cotidiano resuelven la cuestión poniendo en juego usos y costumbres estereotipados, muchas veces no basados en conocimientos técnicos ya acordados en esta materia. Lo que no constituye un problema desde lo individual, cobra otra dimensión mirando desde el lugar de la gestión pública y los usos colectivos.

Recolección y Transporte



Introducción

Precisamente es objetivo de este Módulo encarar la problemática desde esta última perspectiva, analizando los diferentes factores que contribuyen a generar diversos problemas en la disposición de residuos, y a paliarlos si se adoptan las medidas pertinentes desde el punto de vista técnico. Detendremos para más adelante el análisis de las maneras más potentes para tratar con la dimensión cultural y educativa del problema. Factores como los horarios de recolección, frecuencia de la recolección, tipología de receptáculos en la disposición, así como los diferentes equipos de recolección forman parte de las problemáticas del proceso de recolección y transporte de residuos sólidos urbanos (en adelante, R.S.U.).

Cada Municipio establece ordenanzas con prescripciones técnicas mínimas que obligan a presentar los residuos en condiciones higiénicas idóneas, en horas y lugares pre-establecidos. En la actualidad los recipientes más usados son la bolsa o saco desechable, cubos y contenedores.

Partiendo de la producción de residuos en origen, tenemos las etapas de recolección y transporte. Esto último comprende las operaciones de carga, transporte y descarga desde que los residuos son presentados hasta que son dispuestos en vertedero.

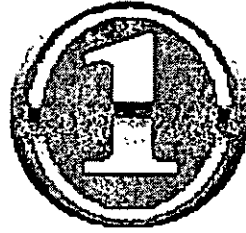
La importancia de diseñar un eficiente sistema de recolección permite en la mayoría de los casos un importante ahorro de tipo económico si consideramos que esta fase consume entre un 60 y un 80% del costo global del manejo de las basuras. De ahí el valor del presente Módulo puesto que su comprensión y correcta aplicación en la zona bajo estudio es una de las claves para minimizar los costos de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos. Analizaremos los conocimientos básicos para que el participante de una manera sencilla pueda efectuar un diagnóstico y una posterior optimización de la recolección de los residuos urbanos, abordando los principales parámetros de diseño junto con las consideraciones de almacenamiento.

Se muestran a modo de ejemplo el funcionamiento de diferentes vehículos de recolección, para señalar las mejoras a introducir en los itinerarios de recolección.

Finalmente se incluyen cuestiones centrales para la elaboración de un proyecto de recolección de residuos sólidos urbanos, indicando los factores que influyen en los tiempos de recolección y las consideraciones generales acerca del personal necesario, la financiación, los costos y rendimientos junto a un ejemplo que permite determinar las necesidades de equipo de forma sencilla.



Capítulo



Recolección y Transporte



1. Caracterización de residuos sólidos urbanos.

1.1 Clasificación de los Residuos Sólidos.

Los residuos sólidos pueden clasificarse de acuerdo a su origen (domiciliar, industrial, comercial, institucional, público, etc.); a su composición (materia orgánica, vidrio, metal, papel, textiles, plásticos, inerte y otros); o de acuerdo a su peligrosidad (tóxicos, reactivos, corrosivos, radioactivos, inflamables, infecciosos)

Para fines del presente análisis se ha considerado los siguientes residuos sólidos urbanos:

a) Residuos sólidos municipales (RSM)

Los residuos sólidos municipales son aquellos provenientes de la generación residencial, comercial, institucional, industrial (pequeña industria y artesanía) y los residuos sólidos resultantes del barrido de calles de un conglomerado urbano y cuya gestión está a cargo de las autoridades municipales.

El componente residencial o domiciliario está constituido por desperdicios de cocina, papeles, plásticos, depósitos de vidrio y metálicos, cartones, textiles, desechos de jardín, tierra, etc. En América Latina y el Caribe esto representa entre 50 a 75% del total de RSM.

El componente comercial procedente de almacenes comerciales, oficinas, mercados, restaurantes, hoteles y otros constituye entre 10 a 20% de los RSM.

El componente institucional proviene de oficinas públicas, escuelas, universidades, servicios públicos y otros y representa entre 5 a 15% de los RSM.

Los residuos industriales provienen de la pequeña industria (baterías, confecciones de ropa, zapaterías, etc.) y talleres artesanales (sastrerías, carpinterías, de textiles, etc.) Este componente varía mucho de acuerdo a las características de las ciudades y podría representar entre 5 a 30% del total de RSM. Usualmente las industrias y servicios más

Recolección y Transporte



15

públicas está constituido por residuos sólidos que incluyen los peatones, tierra, poda de árboles, etc. y representa entre 10 a 20% del total de RSM.

b) Residuos sólidos especiales (RSE)

Algunos de los residuos especiales por su cantidad o manejo pueden presentar un riesgo a la salud, tales como los residuos sólidos provenientes de establecimientos de

Capítulo 1

Recolección de residuos sólidos urbanos

plazos de consumo expirados, los desechos de establecimientos, como por ejemplo, baterías, locos, escómbros, y los residuos voluminosos que con autorización o por costumbre son manejados por las autoridades municipales. Otros no peligrosos incluye a los animales muertos, autos abandonados, desperdicios de demolición y construcciones, residuos de parques y jardines, de festivales públicos y otros.

c) Residuos peligrosos (RP)

Los residuos peligrosos son aquellos sólidos o semisólidos que por sus características tóxicas, reactivas, corrosivas, radiactivas, inflamables o infecciosas plantean un riesgo sustancial real o potencial a la salud humana o al medio ambiente, cuando su manejo efectuado dentro del área urbana se hace, autorizada o típicamente, en forma conjunta con los residuos sólidos municipales.

Para un mayor desarrollo del tema, consultar material de apoyo.

1.2 Generación de residuos sólidos.

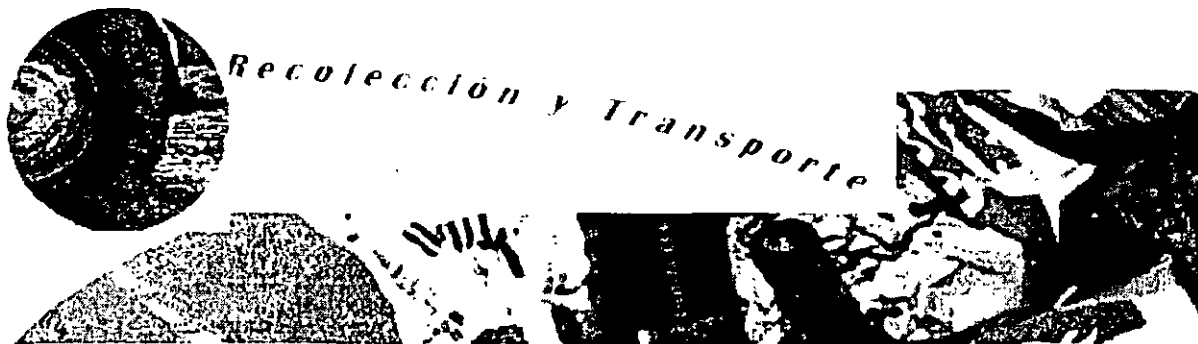
a) Residuos sólidos municipales

La generación de residuos sólidos domiciliarios en la Región varía de 0,3 a 0,8 kg/hab/día. Cuando a estos desechos domiciliarios se les agrega otros residuos como los de comercios, mercados, instituciones, pequeña industria, barrido y otros, esta cantidad se incrementa de 25 a 50%, o sea que la generación diaria es de 0,5 a 1,2 Kg por habitante siendo el promedio regional de 0,92. La información recogida de diferentes fuentes y principalmente de la OPS demuestra que en las áreas metropolitanas y ciudades de más de 2 millones de habitantes (muestra de 16 ciudades), el promedio es de 0,97 kg/hab/día, en otras 16 ciudades grandes de 500 000 y 2 millones de habitantes ese promedio llega a 0,74, y en una muestra de 24 ciudades intermedias y pequeñas de menos de 500 000 habitantes el promedio es de 0,55 kg/hab/día. Con la generación promedio de 0,92 kg/hab/día, se estima que la población urbana (360 millones) en AMC está produciendo 330.000 toneladas diarias de residuos sólidos municipales.

Lo anterior confirma que el tamaño de las ciudades y el ingreso per capita son factores determinantes para que la generación por habitante se incrementa (anexo 3.2.3). Por otro lado, la aplicación de políticas para reducir la generación de desechos sólidos municipales es aún débil, ya que estos valores siguen incrementándose. Estudios de IICA en la ciudad de Guatemala y Asunción efectuados entre 1992 y 1993, respectivamente, indicaban un incremento anual de la generación de residuos de 1 a 3% ligado al aumento del ingreso per capita. Por otra parte, se ha observado la siguiente generación de RSM en función de los ingresos de los países:

Países de altos ingresos 0,4 - 0,6 kg/hab/día

Países de ingresos medios 0,5 - 0,9 kg/hab/día



Paises de altos ingresos 0,7 - 1,8 kg/hab/día

En el Caribe la generación de residuos domiciliarios se estima en 0,58 kg/hab/día y la comercial e institucional en 0,45 kg/hab/día con un total de generación de residuos sólidos municipales de 1,0 kg/hab/día

Residuos sólidos especiales

No hay información disponible sobre generación de residuos sólidos especiales en las áreas urbanas de la Región. Sin embargo, en cuanto a la generación de residuos sólidos hospitalarios, un estudio efectuado por la OPS/ECC en 1991 en los países de Centro América y Panamá calculó los siguientes valores promedio para los hospitales en las capitales de esos países:

I) Generación total por cama: 3,0 kg/cama/día

II) Parte no peligrosa y manuable como RSM: 1,5 kg/cama/día

III) Parte de residuos reciclables: 1,0 kg/cama/día

IV) Parte de residuos hospitalarios peligrosos: 0,5 kg/cama/día

Estos valores no tienen grandes diferencias con los de los países desarrollados y del resto de América. Como en la Región hay aproximadamente 1,2 millones de camas

hospitalarias, se podría estimar en 600 toneladas diarias la generación de residuos hospitalarios peligrosos.

Estos residuos peligrosos hospitalarios generalmente se manejan conjuntamente con los RSM en forma deficiente y riesgosa.

Residuos peligrosos

Si bien hay datos estimativos de producción anual de desechos peligrosos en países de ALC encuestados por la OPS en 1993, no hay datos ni estimaciones sobre qué porción de esos residuos peligrosos se manejan conjuntamente con los RSM.

Según las autoridades de México, se considera que 3% (11 500 t/año) del total de residuos industriales generados tienen características de peligrosidad o toxicidad para la salud humana o el ambiente. En Argentina, distintas estimaciones indican que la generación anual de residuos peligrosos en la provincia de Buenos Aires oscilaría entre 50 000 y 100 000 toneladas. En Lima metropolitana se estima que se generan 300 t/día de residuos peligrosos, desconociéndose los lugares de descarga o las zonas en las cuales se empujan o amacenan.

La empresa para el manejo de residuos sólidos de Trujillo y Tarma (SWMCO) manifiesta que aproximadamente se generan 50 000 t anuales de residuos industriales, incluidos los líquidos industriales y los residuos sólidos peligrosos.

En el área metropolitana de São Paulo, Brasil, según información de CETESB, se generan anualmente 75 41 t de residuos peligrosos, de los cuales reciben tratamiento más 3,2% (2604 t/año) y el resto 2281 t/año son vaciados irregularmente en



Capítulo 1

Recolección de residuos sólidos urbanos

botaderos clandestinos. Datos de FEEMA, del periodo 1989-1990, indican que la generación de residuos peligrosos en el Estado de Rio de Janeiro era de 636 000 t por año, de los cuales solo 20% (130 000 t/año) eran tratados y dispuestos adecuadamente. Es correcto asumir que una parte de estos residuos peligrosos se maneja en forma separada dentro de las ciudades y otra porción conjuntamente con los residuos sólidos municipales.

Para un estudio de prefactibilidad conviene tratar por separado cada uno de los residuos producidos, tematica que sera analizada en el Modulo IV.

La producción de residuos se suele medir en valores unitarios como Kilogramo de residuo sólido por habitante y por día, es lo que se llama Produccion Per Capita. Para llegar a la cantidad producida vamos a utilizar metodos de estimacion para conocer no solo los Kg./hab./dia, sino tambien las características de densidad y composición. Estos metodos de estimacion pueden ser indirectos o directos.

A) Metodos de estimacion indirectos

Se trata de medidas que permiten determinar la producción per capita de residuos sólidos y su densidad, con base en datos globales y sin discriminaciones cualitativas.

Produccion per capita

Poblacion total atendida (habitantes/dia)

proporcion entre la cantidad total de residuos que se recogen y la poblacion

cantidad total recolectada (Kg./dia)

cantidad total recolectada (Kg./dia) / poblacion total atendida (habitantes/dia) =

PPC =

Es posible que las producciones per capita, calculadas por ambos metodos no coincidan,

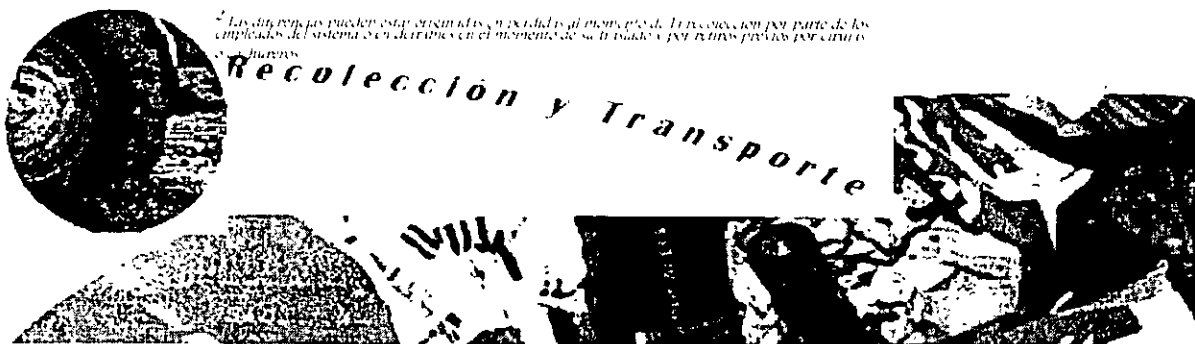
en cuyo caso se debera analizar la causa de esta diferencia y determinar si ella es ambientalmente aceptable.

Densidad

Estima la relacion entre el peso y el volumen que ocupan los residuos en un determinado contenedor. Se recomienda utilizar uno de aproximadamente 200 litros, el cual una vez lleno se ha de dejar caer 3 veces desde una altura de 10 cm. (Esto es analizado de volumen que ocupan los residuos solidos en el recipiente (m3)

Densidad =

B) Metodos de estimacion directos



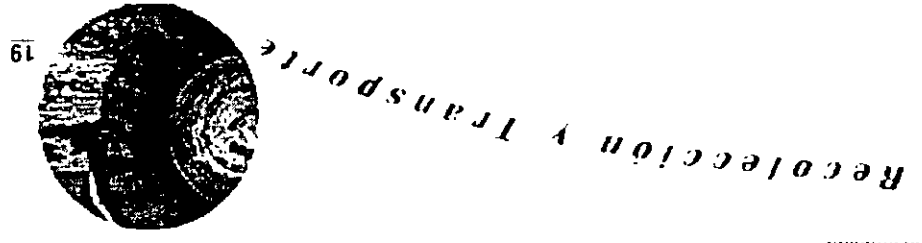
Los métodos de estimación directos permiten determinar características más específicas, como la composición, para lo que se requiere seguir procedimientos de recolección de datos que ayuden a discriminar características particulares

En ese sentido, será necesario seguir los siguientes pasos
• Recopilar información sobre el número de habitantes, obtener mapa de situación de la zona de estudio, ubicar las fuentes no domésticas de producción de residuos sólidos, zonas e itinerarios de recolección y centro de disposición final.
• Seleccionar muestras representativas de 100 Kg. En caso de existir diferentes estratos sociales en la zona de estudio, previendo la posibilidad de diferencias en la composición de los residuos. A su vez, se deberán seleccionar muestras representativas por cada estación del año.

• Para el cálculo de la densidad se colocarán los residuos en recipientes que permitan su manejo y facilidad de análisis, pudiendo utilizarse recipientes de 200 litros. Se deben pesar los residuos en origen y medir el volumen que ocupan y establecer la relación peso/volumen. Para obtener la densidad en el vehículo recolector dividiremos el peso de las toneladas transportadas y el volumen que ocupan en el vehículo, esta densidad logicamente debe ser mayor. La densidad del residuo en vertedero se obtendrá midiendo el volumen topográficamente
• Para obtener el peso total y por componentes del residuo se mide durante siete días consecutivos, distinguiendo los siguientes componentes
Para obtener la composición física de los siete días por componente y la producción por capita, se debe calcular el promedio de los siete días. La composición física por componente resulta de dividir el peso total promedio de los residuos por el peso del respectivo componente y suele expresarse en %. La F.C. es la relación entre el peso total y la población que produce estos residuos

Componentes	
Metal	
Papel	
Vidrio	
Tierra	
Residuo	
Alimento	
Plástico	
Textil	
Otro	
Total	

Con estos datos, estimado que la producción per capita puede aumentar entre un 1% y un 2%, considerando las inversiones de crecimiento de la población podemos determinar la cantidad de basuras en toneladas año a año y el volumen (en m³) acumulado



Capítulo 1

Recolección de residuos sólidos urbanos

Además, si conocemos la densidad que se obtiene en el vertedero (al rededor de 600-800 Kg /m³) y los m³ de los que disponemos para verter los desechos, podemos obtener en forma sencilla los años de su vida útil, temática que será analizada en el Módulo III

2. Recolección de residuos sólidos urbanos

La recolección de basura es el nexo entre la disposición inicial en el domicilio y el sistema de disposición final. La recolección debe estar organizada de tal modo que permita un servicio eficiente y equitativo, sin producción de malos olores, polvos, ruidos molestos, desorden y en condiciones aceptables para un servicio de esta naturaleza.

La cobertura del servicio de recolección es en promedio de un 88% en las ciudades grandes de Latinoamérica y el Caribe y seguramente más baja en las ciudades de menor dimensión. Según un informe de CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria) la recolección en América Latina y el Caribe, ocupa entre 0.2 y 0.4 trabajadores por cada mil habitantes. Esto varía con la producción de residuos y el grado de dificultad de la topografía del área. En general se puede considerar que la recolección implica equipos con compactador propio de 6 a 15 metros cúbicos y que dependiendo de su densidad, un peon es capaz de recolectar una tonelada de residuos empleando entre 80 y 140 minutos. A estos equipos se los suele denominar "equipos convencionales".

En países como Bolivia, Brasil, Colombia, Guatemala, El Salvador, Honduras, México, Perú, Brasil, se han ensayado métodos no convencionales de recolección con una participación comunitaria.

Estos métodos consistieron en suprimir parte del equipo convencional por equipo de tracción humana tales como carretas manuales, triciclos con pedales tipo bicicleta, motocicletas tipo triciclo, o con carretas de tracción animal o de tractores agrícolas que realizan una recolección puerta a puerta y que cuando se llenan, debido a su baja velocidad, no pueden transportar su carga hasta el relleno por lo que deben transferirla a un vehículo convencional. El vehículo convencional en estos sistemas, puede realizar 3 o cuatro viajes al relleno, debido a ya no pierde tiempo recolectando casa por casa, es decir los recolectores no convencionales son sistemas satélites de los vehículos convencionales. Otro método común, sobre todo en zonas inaccesibles consiste en colocar contenedores en áreas cercanas accesibles a los vehículos a donde los usuarios llevan sus residuos a pie.

Por su importancia económica, la recolección de residuos debe ser estudiada en detalle, atendiendo entre otros a los siguientes parámetros:

- Organización de la recolección
- Generación y almacenamiento de RSU
- Frecuencia de recolección
- Horarios de recolección
- Variaciones estacionales en cuanto



a la producción de desechos

- Equipos.

Analizaremos a continuación cada uno de ellos.

2.1. Organización de la recolección. Etapas.

La recolección es el eje troncal alrededor del cual giran todos los demás servicios. Sus costos representan en los países en desarrollo del 70 al 90% de los costos totales del servicio de limpieza, por lo que es esencial hacerlos los más costo-efectivos posible. En Latinoamérica los costos de recolección varían de US\$20 a \$40 para recolección convencional.

La organización racional del sistema de recolección de basura de una comunidad, y en especial de una ciudad de gran población, es un problema de ingeniería aplicada. El rendimiento y eficacia de un sistema de recolección depende de la correcta armonía de una serie de factores que se entrelazan, tendientes a conseguir una recolección sanitaria efectiva con un desarrollo estético compatible con actividades de este tipo, tales como el tamaño de los vehículos de recolección, número de hombres por vehículo, tipo de basura recolección, número de viajes por día al lugar de disposición final, magnitud del sector que sirve cada vehículo, entre las más relevantes.

Para una eficiente gestión de recolección se requiere una sección o departamento que tenga la responsabilidad total del problema y que cuente con el personal técnico debidamente entrenado a fin de que se garantice el costo mínimo posible de explotación. Normalmente, la responsabilidad recae en los respectivos departamentos de las municipalidades, y en algunos casos, en el servicio de salubridad. Sin embargo, cualquiera sea la solución, los servicios de salubridad estatales tienen a su cargo la supervisión y control sanitario tanto de la recolección como del transporte y disposición final de la basura de la comunidad.

Al diseñar un sistema de recolección es necesario establecer si este se encuentra parcial o totalmente implementado en cuyo caso se debe realizar un diagnóstico de las operaciones que se están realizando.

Este diagnóstico requiere de la revisión del circuito, evaluando el horario, el volumen de residuos, la distancia hasta el centro de disposición y los tiempos requeridos y/o implementados.

Una característica importante del servicio es la regularidad horaria de la recolección. Además, la ruta prevista debe considerar un lleno completo de la capacidad del camión recolector. Para alcanzar estos objetivos, a partir de un plano de la ciudad, se determinan áreas en lo posible homogéneas según tamaño físico y densidad poblacional, cuyas características permitan el acceso y la operación de los vehículos.

En cada área se determina el número de viajes considerando el tiempo que demora el camión en acceder a la ruta de recolección, a la zona de transferencia, a la disposición final y la demora en la recolección teniendo en cuenta las condiciones especí-



Capítulo 1 *Recolección de residuos sólidos urbanos*

ficas de la ruta: tráfico, ancho de las calles, pendiente, etc. El área de recolección debe ser ajustada para completar la capacidad total del camión recolector.

En términos generales, existen dos sistemas típicos de operación para la recolección de basuras: recolección municipal y recolección por contrato. En la recolección por contrato, la municipalidad paga a una empresa o contratista para que ejecute el trabajo con el equipo propio. Tanto el sistema por contrato como el de recolección municipal tienen sus ventajas y sus inconvenientes. La recolección por contrato simplifica la labor municipal. Una vez adjudicado el servicio elimina la intervención política directa y por tratarse de una actividad particular puede operar por métodos de rendimiento comercial. En el Módulo V se especificarán con mayor detalle estos criterios, resaltando las ventajas y los inconvenientes del sistema por contrato.

La operación no puede estar ajustándose a requerimientos determinados o a urgencias periódicas; y es difícil la información en cuanto a cantidad, tipo de basura y otros, que permita tender hacia una mejor solución del problema. Por esto para obtener buenos rendimientos se hace necesario regularizar los días y horas de recolección en cada distrito, barrio o calle para acostumbrar a los moradores y facilitar la evacuación de los desperdicios de sus hogares. Así se evita que la basura se mantenga por horas en las calles, dando margen a la búsqueda de basureros ambulantes (en algunos países denominados cachureros o cirujas) o perros.

La organización de este sistema de recolección se divide en cuatro etapas:

- Manejo antero y domiciliario
- Recolección propiamente dicha
- Transporte

descarga

Manejo antero y domiciliario.

Manejo interno en edificios, hospitales, fábricas etc., es responsabilidad de los usuarios del servicio, la municipalidad debe regularlo para proteger la salud pública y para facilitar el servicio de recolección. En las casas habitación el usuario es responsable de la presentación de la basura internamente y el municipio se encarga de la recolección que se debe hacer en el caso

- Tipo de recipientes permitidos y de envoltura y calibre de las bolsas de plástico, si procede.

- Lugar de colocación; elevada en canastilla, en el suelo, etc.
- Horarios y días de recolección
- Si la recolección es selectiva se deberá especificar si la recolección se hará los mismos días, cuando el camión tiene compartimentos especiales, o si los componentes deberán sacarse en días diferentes. Se deberán especificar los colores también.
- Prohibiciones.

En el caso de multifamiliares se deberán especificar las obligaciones del usuario de

Llevar la basura hasta los puntos de recolección y si hay contenedores, como deben usarse, por ejemplo si la basura se pone embolsada o a granel. En caso de recolección selectiva se deberán especificar que contenedores deberán usarse para cada componente y que días.

El manejo interno en los hospitales debe prever la separación en el origen de los residuos peligrosos de los no peligrosos. La importancia de la capacitación del personal es muy importante por la diferencia de los costos de la recolección y tratamiento de una tonelada de residuos comunes y una tonelada de residuos peligrosos de hospitales. Por ejemplo el costo de recolección y transporte de una tonelada de residuos comunes varía de unos \$20 a \$60 dólares, mientras que la tonelada de residuos peligrosos cuesta de \$400 a \$1000. El manejo interno es responsabilidad del hospital, pero el almacenamiento de los residuos debe normarse por el municipio. Se deben especificar la separación física de los lugares de almacenamiento, el color rojo y las características de las bolsas para los residuos peligrosos y las marcas que deberán llevar.

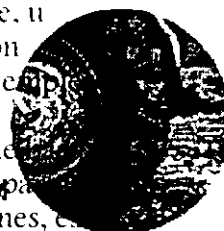
El municipio deberá expedir normas similares para la recolección en hoteles, restaurantes, mercados, etc. Y estas tendrán que ser más cuidadosas cuando se aplique la recolección selectiva.

- **Recolección propiamente dicha.**

Esta etapa abarca el tiempo empleado por el personal desde el momento que se inicia el vaciamiento del primer recipiente hasta que el último se ha descargado en el camión. La evaluación de la operación puede expresarse de varios modos, tales como: porcentaje del tiempo total empleado en cada viaje, hombres minuto por viaje, u hombres-minuto por unidad de basura recolección (tonelada, setecientos recipientes). La unidad más empleada para evaluar la recolección propiamente dicha corresponde a los hombres minuto por tonelada de recolectada. Esto supone que el tiempo requerido para la operación de recolección, en las mismas condiciones, es proporcional al peso de la basura recolección.

Se pueden reconocer diferentes tiempos según el tipo de actividades que realiza el personal recolector en la recolección propiamente dicha. Ellos son:

1. En el camión, tiempo gastado por el empleado en el vehículo, ya sea en recorrido, compactando la basura o



esperando;

2. En la calle, tiempo ocupado por el empleado en caminar por la calle o acera;

3. En la propiedad, tiempo gastado por el empleado al caminar dentro de las propiedades privadas;

4. En el recipiente, tiempo destinado a acomodar la basura en un recipiente adecuado de recolección en el interior del hogar. Esta operación requiere un trabajo

Capítulo 1 *Recolección de residuos sólidos urbanos*

adicional obligando al personal de limpieza pública a entrar a la casa y normalmente vaciar la basura a un recipiente liviano y de mayor tamaño, recipiente de traspaso, el cual se completa con varios servicios antes de llevarlo al camión;

5. En carga, tiempo usado en vaciar la basura en el vehículo transportador. Incluye el tiempo empleado desde la iniciación de la descarga hasta que el operario tiene totalmente vaciado el recipiente o ha completado la operación de descarga;

6. En espera, tiempo utilizado por el empleado en espera del camión durante la operación de carga, y

7. En descanso, tiempo improductivo del empleado (conversaciones o actividades personales). Este no incluye el tiempo indispensable a otros propósitos, como tiempo de alimentación en horas de trabajo, tiempo requerido para obtener combustible, tiempo de atención al público o a los supervisores.

- **Transporte.**

La operación de transporte corresponde al tiempo empleado por el camión desde el momento que recibió la basura del último recipiente hasta que se vacía la basura del primer recipiente del siguiente viaje de recolección, excluyendo el tiempo empleado en la operación de descarga en el sitio de disposición final.

- **Descarga.**

La operación definida como descarga corresponde al tiempo utilizado por el vehículo de recolección en el sitio de disposición final. Normalmente representa una pequeña proporción del tiempo total ocupado en la recolección.

Depende fundamentalmente de dos factores: tipo de camión (sistema de descarga) y tamaño del área receptora disponible en el sitio de disposición final. Hay que destacar que tanto el tiempo empleado en la operación de descarga

como el de transporte es tiempo improductivo para el sistema de recolección, siendo muy difícil reemplazar un trabajo de reemplazo apropiado para estos fines que no perjudique la recolección. El tiempo empleado en la descarga varía dentro de límites

relativamente bajos.

En todas estas etapas debemos considerar la llamada "fuera de ruta". Ella incluye las actividades relacionadas con el personal de la recolección que son productivas en relación con su trabajo, pero si esenciales e inherentes al sistema, como, por ejemplo, el tiempo empleado por horas de comida, momento de descanso,

atenciones menores del vehículo, abastecimiento de combustible, reuniones con supervisores, etc. Es de interés destacar que el tiempo término medio dedicado a la operación de recolección varía de 6 a 8 horas por día, incluyendo el tiempo de almuerzo.

2.2 Recolección selectiva.

Desde la publicación de la agenda 21, este tipo de recolección se ha implementado en casi todos los países desarrollados y en algunas ciudades de los países en desarrollo (ver en el Documento de Apoyo del curso el capítulo sobre la Agenda 21). Cuando el municipio decide llevar a cabo una recolección selectiva para reciclar materia orgánica o materiales reciclables, o ambos, los costos lógicamente suben pues el trabajo involucrado es mucho mayor. Los costos de recolectar la materia orgánica no deben ser mucho mayores que los US\$20 a \$40 por tonelada que cuesta la recolección convencional. Sin embargo cuando se recolectan materiales reciclables como cartón, papel, vidrio, hojalata, aluminio, plásticos, los costos suben mucho al grado que una tonelada recogida cuesta entre US\$ 150 a \$600, cuando la recolección la hace el municipio. El valor que tiene esta tonelada en el mercado de reciclables es de US\$ 50 a \$70 dólares. Por eso casi todos los proyectos de reciclaje deben ser subsidiados por el municipio u otras instituciones. Sin embargo la ventaja que tiene este tipo de proyectos es su alto impacto social ya que hacen participar a la población en la problemática del manejo de los residuos. A medida que mayor participación hay menores serán los costos de recolección.

Una de las ventajas que se tiene es la de proporcionar un trabajo digno a los segregadores que realizan esta labor de una manera informal en casi todas las ciudades de los países en desarrollo. Si a estas personas se las organiza de tal modo que la población haga la separación adecuada de los reciclables en el hogar y los saque solamente en ciertos días en que pasará el segregador con su carreta u otro equipo a recoger estos materiales, entonces los costos para el municipio disminuirán sensiblemente.

La recolección selectiva puede hacerse de varias formas

Recolección en un solo camión todo junto El camión de recolección tiene compartimentos para los reciclables y para la basura común (y si hay materia orgánica debería tener otro compartimento) y todo se recoge al mismo tiempo. Para esto se requieren camiones especiales que tienen un costo relativamente alto. Los residuos comunes deben ser compactados y van en una caja normal. En la parte de adelante hay compartimentos separados de la caja compactadora. Los camiones de los países desarrollados que tienen esta característica difícilmente servirán en nuestros países ya que la calidad de la basura es muy diferente por lo que habría que hacer diseños especiales.

Recolección con dos camiones El camión compactador recoge los residuos comunes y otro camión no compactador recoge los reciclables. Esto puede hacerse el mismo día o puede hacerse por ejemplo haciendo pasar el camión compactador los días normales de recolección y el camión no compactador solo una vez a la semana para bajar costos.



Capítulo 1

Recolección de residuos sólidos urbanos

Recolección con apoyo de cooperativas de segregadores En este caso el camión compactador hace su recolección normal, y un segregador organizado según un plan pasa semanalmente a recoger los reciclables.

Con centros o recipientes de acopio En este caso el camión recolector pasa normalmente por los residuos comunes y se pide a los usuarios que lleven los reciclables a centros de acopio distribuidos estratégicamente en la ciudad para que los usuarios no tengan que caminar mucho. Posteriormente los reciclables son recogidos periódicamente por un camión municipal o por los de la cooperativa de segregadores.

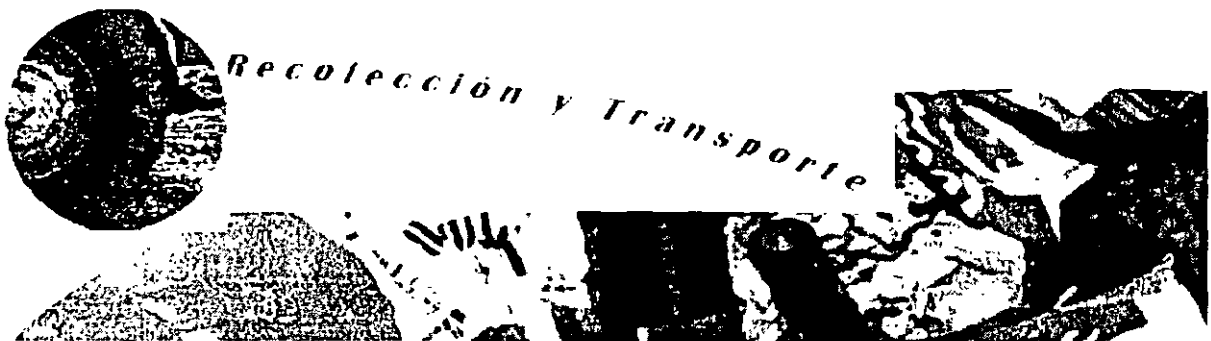
Otros métodos Con base en lo anterior podrían idearse una multitud de alternativas diferentes por el proyecista. Por ejemplo en México y en muchas otras ciudades se "tolera" que los recolectores de los camiones, segreguen la basura y vayan colocando los reciclables en el techo del camión o en los lados con bolsas amarradas, permitiéndose que el producto de la venta sea para el beneficio de la tripulación del camión recolector.

Los principios básicos de diseño que se proporcionarán al alumno para la recolección convencional son aplicables a la recolección selectiva, si se tiene cuidado con las diferencias. Solo debe recordarse que

- La cantidad de reciclables que se pueden retirar del flujo de la basura varía de un 1% a un máximo de un 10% en América Latina, mientras que en los países desarrollados esto puede alcanzar hasta un 40%.
- Que la materia orgánica que puede retirarse de la basura para compostear es de un 20 a un 40%.
- Que la calidad de la basura varía según el estrato socioeconómico y que los costos de recolección selectiva se aumentarían en las zonas más pobres, requiriendo mayor subsidio. Esto es válido para los reciclables pero no así para la materia orgánica.
- Que mientras más se logre la colaboración de la ciudadanía mediante campañas de promoción y capacitación en la separación de los residuos menor será el costo del proyecto.
- Que mientras más se logre integrar y organizar a los segregadores informales en la recolección, menor será también el costo del proyecto.

2.3. Frecuencia de la recolección.

Se denomina así a la cantidad de veces que se realiza la recolección de residuos.



por semana

La frecuencia de recolección de los residuos dependerá de las condiciones climáticas, la velocidad de generación de los residuos, del área socio-económica, entre los factores más relevantes, pudiendo ser su periodicidad diaria, tres veces por semana, dos veces por semana o semanal. Los costos serán función de esta periodicidad. Por ello la frecuencia de la recolección es un problema que debe ser estudiado en cada caso según las características locales. El periodo máximo entre las recogidas está dado por tres factores fundamentales:

- a) Tiempo para que la producción de desperdicios pueda almacenarse en un depósito de dimensiones convenientes
- b) Tiempo que tarda la basura en producir olores desagradables en condiciones medias de temperatura de la región en verano o en invierno
- c) Ciclo de desarrollo de la mosca (seis a siete días a la temperatura del verano). En sectores residenciales, la basura debe recogerse por lo menos tres veces por semana en verano y dos en invierno, aunque es preferible que sea diariamente. La recolección en hoteles y restaurantes tiene que ser diaria. En el caso de que la basura orgánica se recoja separada de los despojos, estos pueden ser recogidos a intervalos más distanciados.

2.4. Horarios de recolección.

Para poder alcanzar un mayor dinamismo del servicio se hace necesario elegir aquel horario en que exista menor intensidad de tráfico y cree menores problemas por impacto ambiental. Las circunstancias apuntadas coinciden con horarios nocturnos. Los residuos sólidos de tipo comercial se prestan mejor a una recolección diurna que debe coincidir con la de menor intensidad del tráfico. Siempre será importante trasladar estas características a las condiciones locales del municipio.

2.5. Variaciones estacionales en cuanto a la producción de desechos.

Es importante tener en cuenta que la producción de desechos es distinta en diferentes épocas del año. Las variaciones que experimenta el clima es uno de los factores más importantes que determina modificaciones en la producción de desechos ya que el factor climático actúa directamente sobre la abundancia de frutas frescas y verduras, la cantidad de vegetación en la ciudad, césped, árboles y arbustos en propiedades privadas, calles y parques. En algunas ciudades un importante factor asociado a la variación estacional es el número de turistas.

En grandes urbes latinoamericanas, existe una disminución en la producción de desechos en el periodo de verano, debido a que es un periodo de vacaciones y es mayor la cantidad de personas que sale de la ciudad que la que entra. En lo referente a su composición existe un aumento en la densidad en los residuos que se debe al aumento del

Recolección y Transporte



Capítulo 1

Recolección de residuos sólidos urbanos

consumo de frutas y verduras, disminuyendo el consumo de productos que vienen envasados ya sea en papel, plásticos, cartón o metal

Las cifras expresadas en el siguiente cuadro representan la densidad de los desechos sólidos en las estaciones de verano e invierno y el promedio estacional

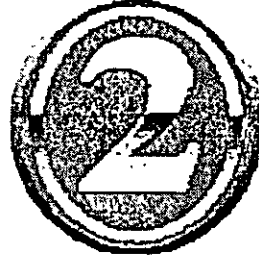
DENSIDAD PROMEDIO VERANO	DENSIDAD PROMEDIO INVIERNO	DENSIDAD PROMEDIO	DENSIDAD PROMEDIO
kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³
187.09	163.75	175.42	

2.6. Equipos de recolección.

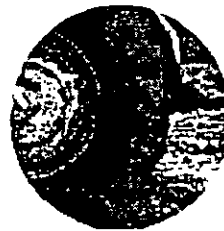
Los equipos de recolección de residuos deberán elegirse teniendo en cuenta todos aquellos factores característicos de cada ciudad o área de recolección: Tipo de residuos a recoger, capacidad del equipo, capacidad de compactación, contaminación por ruidos, relación tara-carga, tipo de zona de recolección o sector, calidad de las vías de comunicación etc., estos aspectos serán tratados a lo largo del módulo y son los parámetros a tener en cuenta para elegir el equipo adecuado. En los capítulos posteriores se analizarán con más detalle estos equipos.



Capítulo



de un proyecto de recolección de residuos



1. Sistemas de recolección domiciliaria en América Latina y el Caribe

Se conocen por sistemas tradicionales de recolección aquellos en los que se recogen indiscriminadamente todos los residuos a excepción de los industriales o los que pueden contener componentes tóxicos en el lugar en que son producidos y sin ninguna compresión previa. Generalmente estará reglamentado el uso de bolsas.

Una vez producidos los residuos es importante la colaboración de los ciudadanos a los efectos de depositar los residuos en diferentes recipientes, para la posterior evacuación por parte de los camiones.

El hecho de que la recolección se realice desde el lugar de producción de los RSU no significa que el servicio que se ofrece a los ciudadanos siempre cubra todo el recorrido desde el domicilio hasta la planta de eliminación vertedero o transferencia. De este modo podemos distinguir entre distintos tipos de recolección que suponen una mayor o menor colaboración ciudadana.

- Recolección domiciliaria casa por casa de las bolsas de basura. Es el servicio más completo que conlleva escaso trabajo a las familias o locales afectados, pero que requiere una abundante mano de obra.
- Recolección semi mecanizada con baldes especiales por edificios o grupos de viviendas. Solo se requiere el trabajo de colocación en los receptáculos.
- Recolección mecanizada en contenedores especiales, por manzanas o recorridos de viviendas. Supone un mayor trabajo de desplazamiento para el usuario y la disposición de espacio suficiente para la localización y fácil acceso a los contenedores, pero permite reducir la cantidad de trabajadores por camión de recolección, aunque en la medida en que no se compriman los RSU en el contenedor aumenta el número de volúmenes. De forma más exigente que con los receptáculos, se requiere que este material cumpla unas normas estrictas de mantenimiento (desinfección periódica, etc.) y que los vecinos afectados colaboren con el servicio.

Se podrían adoptar más soluciones intermedias, pero lo importante a tener en cuenta es la relación que existe entre mecanización del servicio lo que puede representar un abaratamiento de los costes y mayor colaboración ciudadana y la relación entre disminución de los tiempos de recorrido y mayores necesidades de material adicional.

Tres son los sistemas característicos en América Latina y el Caribe de recolección abierta, por bolsas y hermenia mecanizada.

Recolección y Transporte



Capítulo 2

Sistemas de recolección domiciliar en América Latina y el Caribe

1.1. Sistema tradicional de "recolección abierta".

Es el sistema más utilizado en América Latina que podemos definirlo como de "evacuación intermitente temporal". Los usuarios depositan sus basuras en recipientes de distinta naturaleza en forma desordenada, directamente en la calle. Este sistema generalmente obliga a una recolección diaria y no precisa de vehículos especiales, pero ocasiona frecuentemente dispersión de desperdicios en la vía pública. Por estar a menudo destapados los recipientes utilizados para depositar las basuras, son un lugar frecuente de alimentación de los animales vagabundos, y consecuentes efectos de deterioro de la calidad sanitaria de la población.

1.2. "Recolección por bolsas", sistema manual.

Una mejora sustancial del sistema de recolección abierta consiste en reemplazar los recipientes y receptáculos por bolsas de plástico. Con ello se consigue un ahorro notable de tiempo, aproximadamente de un 30%, ya que se evita tener que volver a depositar el receptáculo en el punto de recolección después de vaciarlo en el vehículo. Pero centralmente, si se lleva el sistema de modo adecuado, es evidente que se avanza en el mejoramiento de la higiene urbana y obviamente, en la estética. Se considera deseable que las bolsas no superen los 30 Kg. por unidad.

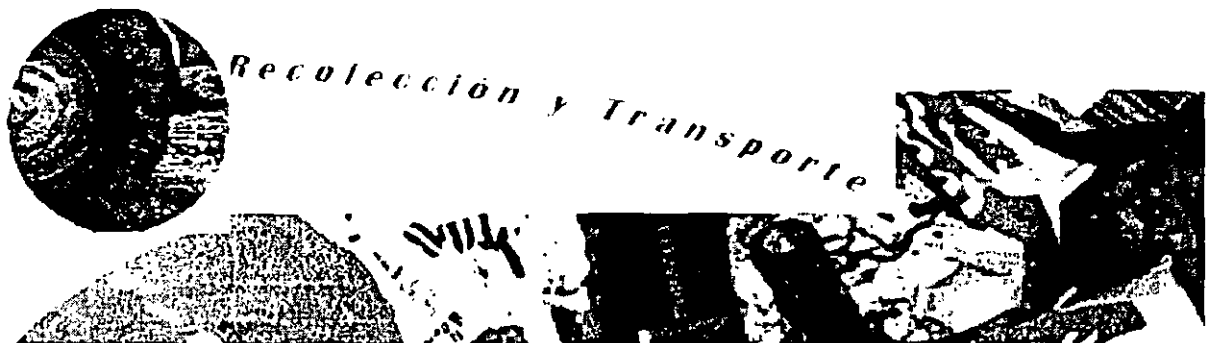
Este sistema presenta problemas típicos y familiares para todos. En primer lugar no sirve para la recolección de residuos de gran tamaño como tampoco para los residuos cortantes. En segundo término se produce una tendencia a la comercialización de bolsas que no cumplen con las normas de espesor mínimas precisas, siendo frecuente su rotura y consecuente inutilización para los fines previstos. Es común también que se despartame su contenido al no ser cerradas adecuadamente por los usuarios.

En tercer lugar y debido a su costo, se ha comercializado mucho más la utilización de la bolsa de plástico que luego causa problemas a la hora de su eliminación en vertederos.

En grandes inmuebles, conductos de evacuación de basuras, se está empleando con mayor frecuencia aparatos que permiten el ensacado automático de la basura con cambio igualmente automático de ester una vez lleno, haciendo además una ligera compresión sobre la basura para un mayor aprovechamiento de la capacidad de la bolsa.

1.3. Recolección hermetica mecanizada.

Los receptáculos de basura, durante años han sido la única forma de recipiente utilizado generalmente se fabrican de material plástico o goma y están provistos de una tapa para evitar olores desagradables y posibles daños ocasionados por los animales. Las bolsas de basura se depositan en estos receptáculos y con ello se evitan roturas y se protege la estética urbana. Para su manejo se precisa gran número de operaciones. La capacidad de los receptáculos de basura varía entre 30 y 150 litros.



Recientemente, se empezó a utilizar en el centro de Europa esta modalidad que básicamente consiste en la utilización de receptáculos especiales con una capacidad de 120 litros y que aseguran un cierre prácticamente hermético. Los recipientes tienen ruedas y un sistema de enganche normalizado para la elevación y vaciado automático por parte de los camiones. Los vehículos del servicio deben poseer en su parte posterior un dispositivo basculador hidráulico completamente automático con el que vierten el contenido de los receptáculos sobre una tolva cerrada, provista de una trampilla adecuada a la boca superior del receptáculo que se utiliza. Se observa la tendencia a que el mantenimiento del contenedor quede a cargo del propietario del inmueble.

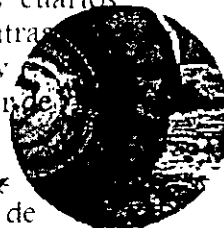
Con este sistema se obliga a una normalización total de los recipientes utilizados por los usuarios, por lo que su implantación presenta al principio ciertas dificultades. Este sistema tiene las ventajas indiscutibles de ser más higiénico, de una mayor limpieza al no verter desechos al suelo y de ser mucho más cómodo para los empleados del servicio, también disminuye la frecuencia del servicio a una vez por semana.

La recolección mecanizada resulta algo más cara por la inversión inicial que requiere. Sin embargo, al ser herméticos los recipientes que se utilizan, se eliminan de las viviendas los olores desagradables y los gérmenes nocivos, mejorando el aspecto sanitario del manejo de los residuos. Este tipo de servicio pueden realizarse bajo dos formas de prestación y que denominaremos:

- *Servicio parcial*, en el cual los usuarios sacan los recipientes al paso de los vehículos y los operarios del sistema los retiran, facilitándose actualmente esta labor al ser en su mayoría de plástico.
- *Servicio completo*, donde el personal del vehículo va delante del mismo sacando los receptáculos de los "cuartos de basura" de los lugares de emplazamiento, mientras el personal es el encargado de su vertido y posterior devolución de los receptáculos a su lugar de origen.

Los materiales más empleados para la fabricación de receptáculos para la recolección hermética son el plástico o el metal galvanizado.

Los receptáculos metálicos tienen el inconveniente de la oxidación, su peso y del ruido que producen al ser manejados, por lo que deben insonorizarse con juntas de goma. Un receptáculo de metal de 70 litros, pesa 22,5 kgs.



contra 4,5 kgs. que pesa el de plástico, ambos para un contenido de 15 kgs. de basura.

La capacidad de los receptáculos varía considerablemente según el tipo de vivienda. Los receptáculos redondos en material plástico son de 35, 50, 70, 90, 110 litros.

Este sistema, innovador y de probada eficacia, está imponiéndose rápidamente debido a sus características y ventajas indiscutibles. tales como:

Capítulo 2 *Sistemas de recolección domiciliar en América Latina y el Caribe*

- **Maniobrabilidad:** El sistema de ruedas hace más fácil el manejo y la manipulación durante las operaciones de pre-recolección y recolección. Al permitir el vaciado automático mejora considerablemente las condiciones de trabajo del personal operario.
- **Rapidez:** Las operaciones de recolección son más rápidas y se realizan en buenas condiciones de higiene y seguridad. Paralelamente la gran capacidad de estos contenedores permiten espaciar las prestaciones del servicio de recolección.
- **Resistencia:** Por su calidad y diseño, este tipo de contenedores resiste mejor las inclemencias del tiempo así como los daños que puedan ocasionar los animales.

La distribución de los contenedores se debe realizar en función del tipo de edificio, número de viviendas, personas que lo habitan, residuos que generan diariamente, etc. Sin embargo, para optimizar su uso es necesario que los camiones recolectores dispongan de equipo elevacontenedores, facilitar el acceso a los cuartos de basura en los edificios, y establecer un sistema de mantenimiento y limpieza de los contenedores.

Muchos hogares cuentan ya con trituradores de basuras, instalados en los fregaderos de la cocina. Tales aparatos pueden eliminar los restos de alimentos, transformándolos en residuos semisólidos, lógicamente de menor volumen, pero que en todo caso no evitan la necesidad de la recolección de otro tipo de basuras, además actualmente no se recomiendan por las autoridades sanitarias ya que producen aparición de vectores sanitarios como ratas y una acumulación de materia orgánica en las depuradoras lo cual dificulta la actividad de las mismas.

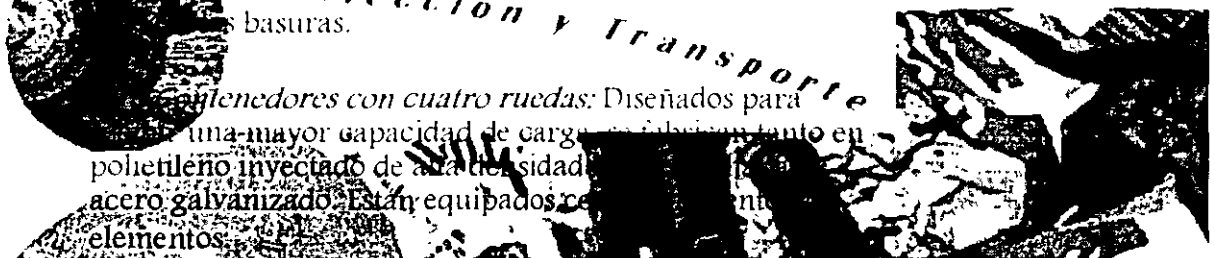
Las ordenanzas municipales pueden exigir que los residuos de alimentos se desequen y envuelvan convenientemente, para ser depositados en los recipientes de donde se han de recolectar las basuras.



34

Contenedores con cuatro ruedas: Diseñados para una mayor capacidad de carga, están fabricados tanto en polietileno inyectado de alta densidad como en acero galvanizado. Están equipados con los siguientes elementos:

- Cuatro ruedas giratorias, dos de las cuales tienen freno para inmovilizar el recipiente;
- Dos asas, una a cada lado, para facilitar el movimiento del contenedor y servir como dispositivo de enganche para



del conector y servir como dispositivo de enganche para su volteo y vaciado en el camión;

- Tapa con doble punto de agarre para su apertura y en ocasiones con dispositivo de cierre retornable;
- Tapón en el fondo para facilitar el vaciado o desagüe de líquidos.

Este tipo de contenedores presenta las mismas ventajas que los de dos ruedas pero debido a su gran capacidad y peso, se suelen utilizar cuando tenemos varias edificaciones de altura con densidad de viviendas elevada con el fin de que cada edificio utilice un contenedor y se reduzcan así los puntos de vertido facilitando el servicio de recolección. Es indispensable prever un sistema de mantenimiento y limpieza y para ello existen vehículos especiales equipados con un sistema de lavado automático. Su capacidad varía entre 600 y 1.100 litros.

1.4. Recolección de basura en grandes contenedores.

Dentro de una población existen numerosas áreas que generan basuras en cantidades demasiado grandes como para que puedan depositarse en el consabido recipiente de 100 litros de capacidad. Entre dichas áreas se cuentan las zonas públicas, como pueden ser parques, escuelas, hospitales, auditoriums, puertos deportivos, áreas comerciales, hoteles, industrias y mercados de diversos tipos. La mayoría de los municipios exigen de los usuarios de las áreas comerciales un pago especial por los servicios de recolección de basuras, o bien que contratan para dicha tarea a transportistas privados. El pago de tasas especiales en las áreas comerciales e industriales se justifica con el razonamiento de que su generación de residuos forma parte de la propia actividad mercantil e industrial y no debe ser objeto de subvención mediante la prestación gratuita de un servicio que se financia con los fondos procedentes de la recaudación general de impuestos.

Para este tipo de recolección se utilizan habitualmente los grandes contenedores. Estos suelen variar mucho de dimensiones, los primeros modelos que se emplearon se diseñaron para ser recogidos por un camión dotado de brazos elevadores, que los transportaba uno por uno hasta el punto de vertido. Posteriormente, se ha optado por emplear camiones con grandes cajas de carga provistas de una amplia abertura en la parte superior, por la que se vacían los grandes contenedores mediante unos brazos elevadores que lleva el camión, con lo que indudablemente se reduce el número de viajes hasta el vertedero. Algunos de los contenedores de mayor tamaño poseen un mecanismo propio o independiente de compactación y otros han sido diseñados para ser llevados a remolque. Con respecto a los residuos comerciales e industriales es frecuente que se exija a las empresas la adquisición de sus contenedores propios así como su mantenimiento en buen estado. El empleo de contenedores de grandes dimensiones ha permitido mejorar las condiciones de recolección en áreas donde se generan volúmenes excesivos de residuos y desechos. En épocas pasadas esas basuras se diseminaban por toda la zona, ensuciando los terrenos y favoreciendo la aparición de ratas, moscas, perros callejeros y otros animales molestos o peligrosos.



Capítulo 2

Sistemas de recolección domiciliar en América Latina y el Caribe

□ *Contenedores de gran capacidad:* Pueden ser abiertos o cerrados, y en este caso cuentan con equipo autocompactor que permite una reducción de 2/3 del volumen de los residuos.

Construidos con chapas de acero reforzadas por largueros del mismo material, disponen de puntos de enganche delanteros y traseros que permiten su carga en vehículos especiales que van equipados con elevadores tipo "cadenas". Dadas las características de estos vehículos hay que prever su acceso a la plataforma en que están ubicados los contenedores.

Los receptáculos abiertos sirven para depositar residuos voluminosos (somieres, electrodomesticos, muebles, etc.), así como escombros, embalajes y materiales diversos), mientras que los contenedores cerrados, que disponen de autocompactor, se utilizan en los grandes conjuntos de viviendas, mercados, hospitales, etc., para depositar los residuos ordinarios y actúan como pequeñas estaciones de transferencia reduciéndose el número de transportes hasta los centros de tratamiento. La capacidad de estos contenedores varía entre 5000 a 30000 litros.

□ *Contenedores para recolección selectiva:* Estos contenedores pueden tener diversas formas y generalmente se fabrican en polietileno inyectado de alta densidad.

Están concebidos para recibir exclusivamente un solo tipo de residuo: vidrio, latas, cartones o papeles, plásticos, etc., por lo que se instalan en sectores estratégicos de la ciudad para favorecer la recolección selectiva de aquellos residuos que es interesante someter a procesos de recuperación.

Se debe señalar que se hace necesario cada vez con mayor implicación por parte de los Municipios la normalización de los recipientes o bolsas a utilizar por los usuarios del servicio, por la influencia que ello tiene en el costo del servicio y en los sistemas técnicos y sanitarios a adoptar en la recolección.

A continuación y de forma general reflejamos unas tablas donde se pueden obtener datos sobre los tipos y tamaños de contenedores utilizados para el almacenamiento in situ de residuos sólidos y las aplicaciones típicas con sus limitaciones correspondiente.



Tabla 1: Datos sobre los tipos y tamaños de contenedores utilizados para el almacenamiento *in situ* de residuos sólidos

Tipo	Unidad	Rango	Tipico	Unidad	Tipico
Pequeño					
- Contenedor plástico o metal galvanizado	Litros	75-151	114	cm	51D 66A (114 l)
- Barril plástico aluminio o fibra					idem
- Bolsas de papel desechables estándar	Litros	75-245	114	cm	38An 30P 102A(114 l)
- Bolsas de papel desechables resistentes a escapes	Litros	75-205	114	cm	102A(114 l)
- Bolsas de papel desechables a prueba de escapes	Litros	75-205	114	cm	46An 35P 102A(114 l)
Mediano					
- Contenedor	Litros	75-205	114	cm	76An 102A (114 l)
Grande					
- Contenedor descubierto roll off (también llamado cajas de escombro)	Litros	765-7 650	3 055	cm	183An 107P 165A (3 055 l)
- Contenedor utilizado como compactador estacionario	Litros	9 176-35 235	-	m	2 45An 1 83 A 6L (25 765 l)
- Contenedor equipado con mecanismo propio de compactación	Litros	15 294-30 588	-	m	2 45An 1 83 A 5 49L(22 941 l)
- Contenedor montado en trailer descubierto	Litros	15 294-30 588	-	m	2 45An 1 83 A 5 49L(22 941 l)
- Contenedor montado en trailer cerrado equipado con mecanismo propio de compactación	Litros	15 294-35 235	-	m	2 45An 1 83 A 16 71L(22 941 l)
	Litros	15 294-30 588	-	m	2 45An 1 83 A 6L(25 765 l)

D= diámetro A= altura L= longitud An= anchura P= profundidad El tamaño varía según las características de los residuos y las condiciones locales. Ver a continuación del capítulo 7 de libro "Gestión integral de residuos sólidos" H. A. (1998) 83
 Fig. 7.32L(25 765 l)



Capítulo 2

Sistemas de recolección domiciliar en América Latina y el Caribe

Tabla 2: Aplicaciones típicas y limitaciones de los contenedores utilizados para el almacenamiento *in situ* de residuos sólidos.

Tipo de contenedor	Aplicaciones típicas	Limitaciones
Pequeño contenedor plástico metal galvanizado	Fuentes de residuos de volumen muy bajo tales como viviendas individuales, caminos en parques y pequeños establecimientos de comercio aislados. Zonas residenciales de baja altura con servicio de recolección set-out.	Con el paso del tiempo se dañan y se degrada el aspecto y la capacidad de los contenedores. Los contenedores añaden peso extra durante la operación de recolección y no son suficientemente grandes como para recoger artículos voluminosos.
Bolsas de papel	Casas aisladas con servicio de recolección set-out; puede usarse solo o como torro dentro de un contenedor doméstico. Zonas residenciales.	El almacenamiento en bolsas es más caro. Si se colocan las bolsas en la calle o en la acera los perros las rompen o esparcen su contenido.
Bolsas de plástico cosechables	Casas aisladas con servicio de recolección. Puede usarse solo o como torro de contenedores domésticos y de almacenamiento. Útiles para residuos de comida húmedos dentro de contenedores domésticos y comerciales. Zonas residenciales de altura baja y mediana, zonas industriales y comerciales.	El almacenamiento en bolsas es más caro y las bolsas se rompen fácilmente produciendo caída de basura y condiciones desagradables. Con clima muy frío las bolsas se fragilizan provocando su rotura y la durabilidad del plástico produce problemas posteriores de evacuación. Las bolsas se estiran y se rompen en climas calientes.
Contenedor mediano	Fuentes de residuos de volumen mediano que también pueden incluir residuos voluminosos. Debe seleccionarse la localización para el acceso directo de los camiones de recolección. Zonas residenciales de alta densidad, zonas comerciales e industriales.	La nieve dentro de los contenedores forma hielo que disminuye la capacidad y aumenta el peso. Es difícil llegar a los contenedores después de nevadas fuertes.
	Zonas comerciales de altos volúmenes. Residuos voluminosos en zonas industriales, zonas rurales de alta densidad. La localización debería estar en una zona cubierta pero con acceso directo para los camiones.	Los costos iniciales son altos. La nieve dentro de contenedor baja su capacidad.

Tarifa obtenida del capítulo siete del libro "Gestión Integral de Residuos Sólidos" © Tchobanoglous, H. Theisen y S. Vigil

38



Contenedor Compact

Capítulo



Recolección y Tran



1. Equipamiento para la recolección.

Una vez que los residuos sólidos urbanos han sido depositados en los tipos de recipientes descritos en el apartado anterior, se procederá a su carga en vehículos adecuados denominados reductores y serán transportados a los centros de tratamiento o al vertedero controlado.

1.1. Vehículos recolectores.

El equipo de recolección de residuos sólidos domésticos varía de modo significativo en cuanto a tamaño y características. La capacidad influye fundamentalmente en el costo de la recolección. La altura de la carga debe ser tal que permita una operación cómoda, sobre todo si la carga es manual. Existen varios tipos de vehículos para la recolección de basuras: camión abierto, camión cubierto y camión con compactación, entre los más relevantes. Estos dos últimos se diferencian como veremos en que uno de ellos dispone de un sistema de compactación mecánica. Los principales vehículos utilizados en la operación de recolección y transporte de los residuos urbanos son los siguientes:

□ *Camión recolector con caja compactadora*

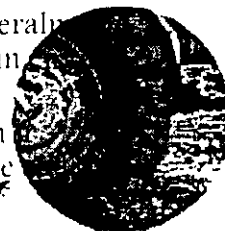
Estos vehículos están equipados con una caja compactadora que dispone de una tolva para la carga de los residuos y un dispositivo de compresión que permite reducir entre 3 y 5 veces el volumen de los residuos. La caja compactadora suele estar construida con chapas de acero especial, de alta resistencia a la abrasión y a la corrosión, reforzada con vigas y tirantes de acero de gran resistencia y montada sobre un bastidor de soporte sumamente sólido.

El vaciado de la caja compactadora se realiza generalmente mediante una placa de expulsión accionada por un hidráulico.

Los camiones recolectores-compactadores pueden equiparse con un elevador de contenedores que se adapta a los diversos tipos normalizados de 2 ó 4 ruedas facilitando la recolección hermética.

Este tipo de vehículo presenta las siguientes ventajas:

- Reducción del coste del transporte por tonelada;
- Reducción del tiempo de recolección;
- Al ser la caja hermética se mejoran las condiciones higiénicas, estéticas y de seguridad del servicio prestado.



La capacidad normal de estos vehículos oscila entre 6 y 25 metros cúbicos, es decir de 2 a 13 toneladas de residuos. La carga a este tipo de vehículo puede realizarse de forma manual o mecanizada.

Capítulo 3

Equipamiento para la recolección

Camión recolector con caja cerrada sin compactación

Las características técnicas de la caja son similares a las anteriores en lo referente a corrosión y estanqueidad, pero no disponen de mecanismo compactador por lo que su capacidad de carga es más reducida, ya que no existe en este caso compactación.

Suelen utilizarse en pequeños núcleos urbanos con poca generación de residuos, mientras que en ciudades de mayor entidad se emplean para la recolección de restos de embalado y residuos de la limpieza de la vía pública.

Camiones para contenedores de gran capacidad

Son vehículos especiales que van equipados con elevadores tipo "cadenas", para poder levantar y depositar los grandes contenedores sobre el chasis del camión para su transporte al Centro de Tratamiento.

Camiones de caja abierta

Este tipo de vehículos se suele utilizar en áreas rurales donde el volumen de residuos es muy reducido y no se dispone de suficientes medios económicos para realizar un servicio adecuado.

En las áreas urbanas, este tipo de camión suele utilizarse para la recolección de residuos voluminosos como somieres, electrodomésticos, muebles, etc.

El camión abierto no es el más apropiado, y en todo caso debe ser operado para evitar esparcimiento de basuras, aconsejándose disponer de toldos fácilmente plegables y limitar la altura de la baranda para que el camión no se sobrecargue. Deben operarse con mucho cuidado con el propósito de evitar al máximo las condiciones de desagrado que produce este tipo de acción.

El camión cubierto, con una, dos o más puertas correderas para la carga, soluciona algunos de los inconvenientes que originan los camiones abiertos y aun permite disminuir el tiempo de descarga si se emplea un mecanismo que empuje la basura en el momento del vaciamiento en el sitio de disposición final.

Otros tipos de vehículos

Dentro de este concepto se incluyen los carros, remolques, volquetes, etc., que son movidos por tractores. Generalmente se usan en el medio rural donde el volumen de residuos generados es muy pequeño.

Este tipo de vehículos presenta iguales inconvenientes que los camiones de caja abierta pero indiscutiblemente prestan un servicio a costos mínimos en áreas rurales de población muy dispersa o de poca densidad demográfica.

Una vez analizados los diferentes tipos de vehículos, sus ventajas e inconvenientes, debemos recordar que cada municipalidad tiene que analizar todos los factores antes de



tomar una decisión sobre el tipo de vehículo teniendo en cuenta consideraciones económicas, higiénicas, estéticas y de seguridad en el servicio, es decir, que es importante para conseguir un rendimiento óptimo un vehículo recolector, que reúna las siguientes características:

- Rapidez de absorción de la basura
- Llenado máximo y facilidad de vaciado
- Tolva de carga que permita asegurar las operaciones de volcado de los recipientes fácilmente y en las mejores condiciones de higiene
- Funcionamiento silencioso
- Estanqueidad, estabilidad, facilidad de mantenimiento y de lavado
- Reparto correcto de las cargas sobre los ejes.
- Seguridad

Con las consideraciones hechas es importante decir que una de las opciones que parece cumplir todos estos requisitos es el tipo de camión cerrado con compresión mecánica, el cual permite aumentar enormemente su capacidad y un rápido vaciado de la basura. Entre las ventajas del camión con compactación mecánica pueden citarse altura relativamente baja de las bocas de carga, aumento de la densidad de basura por compactación y un aspecto estético compatible con una operación de este tipo. Sin embargo, el chasis del camión debe ser mucho más resistente para soportar la basura y el peso que significa el mecanismo de compactación. Se sugiere que antes de seleccionar el tipo de camión se soliciten propuestas públicas a fin de estudiar y analizar la bondad de uno en relación con los otros y decidir por el que más convenga a la comunidad, de acuerdo con las condiciones locales que imperen en la población a la cual va a servir. Es recomendable mantener una sola marca en equipos para facilitar el mantenimiento.

La capacidad de los camiones recolectores varía enormemente, existen camiones abiertos con capacidad para 1.5 m³ a 16, o más y camiones con compactación mecánica varían en capacidad de 7 m³ como máximo.

1.2. Tipología de tolvas de los camiones recolectores.

El conocimiento del tipo de tolva del vehículo recolector es importante ya que es uno de los factores que miden sobre los tiempos y el rendimiento de la recolección. Por la importancia que tienen se presenta una descripción detallada de tres tipos diferentes de Tolvas.



Capítulo 3

Equipamiento para la recolección

□ Tolva Heil

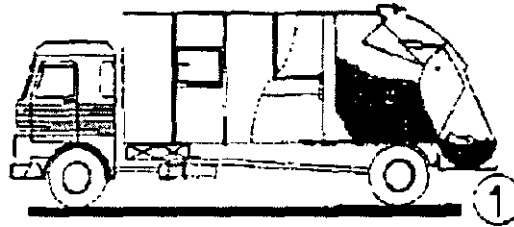
La basura es depositada en un receptáculo trasero, de donde es empujada al interior de la tolva por una placa móvil, mientras otra impide que se devuelva la que está en el interior. Estas placas además de empujar los desperdicios dentro de la caja, la van compactando. Un dispositivo relativamente nuevo es la placa eyectora, que es una plancha que tiene la propiedad de deslizarse y cumple dos funciones

Ayuda a aumentar la compactación de la basura, ayuda a bajar la basura (Ver Figura nº 1)

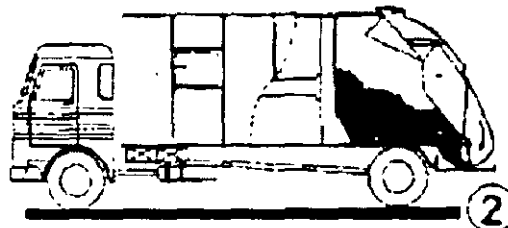
Para vaciar la basura la plancha se desliza desde el fondo de la caja hacia atrás sin tener que levantar toda la tolva, como ocurría en los modelos antiguos, con riesgo de volcarse el camión en los vertederos de basura por desplazamiento del centro de gravedad. Este tipo de tolva afecta los tiempos de recolección propiamente dicha, por esto es necesario detener el vehículo para efectuar la compactación

Figura 1: Fases de funcionamiento de la tolva Heil

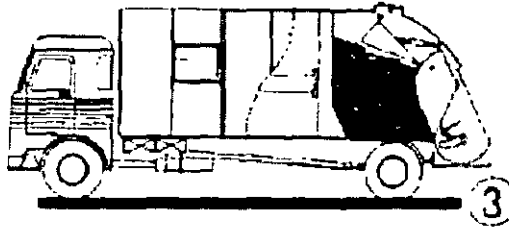
Fase 1.



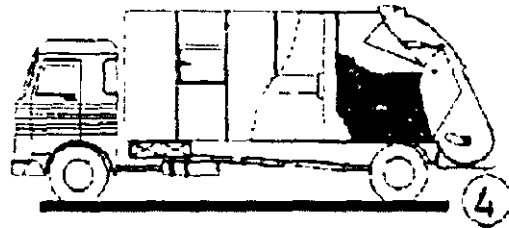
Fase 2:



Fase 3:



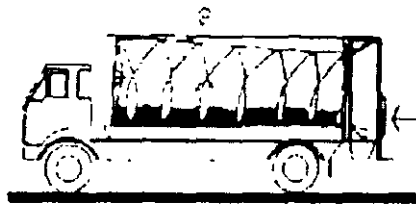
Fase 4:



□ *Tolva Kuka*

La basura se vacía en la abertura trasera de un tambor giratorio, de forma tronco cónico y con hélice en el interior (ver figura 2). La rotación de dicho tambor y la forma que tiene, van empujando los residuos hacia el interior, y al mismo tiempo los compacta. Para descargar la tolva simplemente se la hace girar en sentido inverso. Los grados de compactación que se alcanzan son similares a los que se obtienen con la tolva Heil. Este tipo de tolva afecta a los tiempos de recolección por el hecho de existir una boca de carga angosta, lo que no permite que más de dos recolectores vacíen los receptáculos al mismo tiempo y además posee una altura de carga mayor que la tolva heil. Un punto a su favor es su operación continua de compactación con vehículo en movimiento.

Figura 2



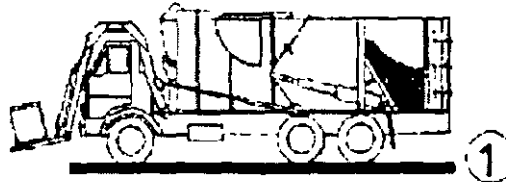
Recolección y Transporte



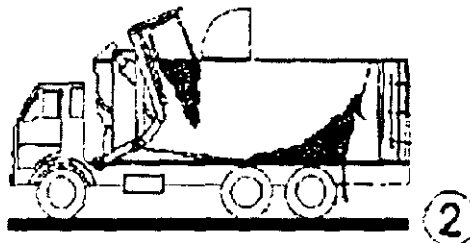
Capítulo 3 Equipamiento para la recolección

□ Tolva Leach Front Loader

Un receptáculo que va en la parte delantera del camión es tomado por dos brazos hidráulicos, que lo levantan por sobre la cabina y lo vacían por arriba en la tolva, donde una placa accionada por un hidráulico se encarga de compactar los desechos (figura 3).



Fase 1a. de operación de la Tolva Leach



Fase 2a. de operación de la Tolva Leach
Front Loader

Las ventajas de este sistema son:

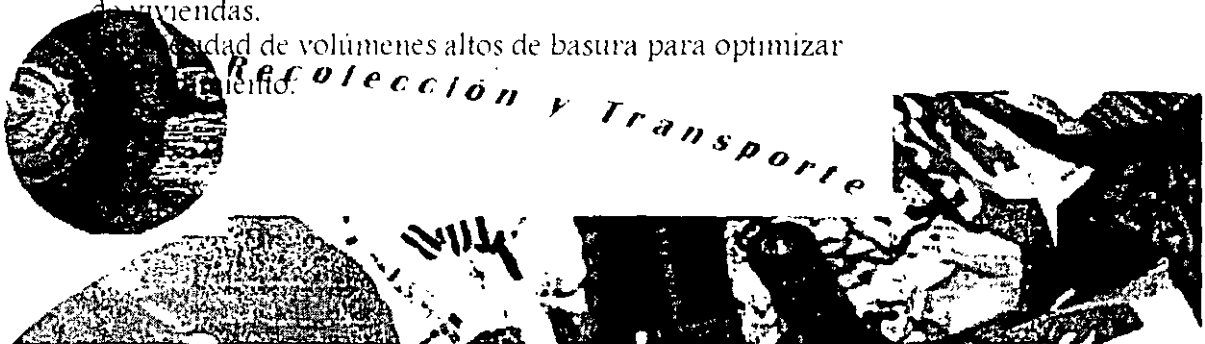
No hay operador para realizar el levantamiento del contenedor para volcarlo en el camión.

- Mayor rendimiento de la recolección.
- Mayor velocidad en la recolección.
- Mejor calidad del servicio de recolección.

Como inconvenientes podemos destacar:

- Mayor costos de implementación.
- Dificultad de maniobrar en zonas de alta concentración de viviendas.

Capacidad de volúmenes altos de basura para optimizar el servicio.



1.3. Características del equipo de recolección.

El equipo mecánico que emplee el servicio de recolección ha de ser lo suficientemente robusto para resistir la dureza que caracteriza a estos trabajos. Los vehículos tendrán que circular por caminos buenos y malos, si tienen que llevar las basuras hasta los vertederos de relleno controlado tendrán que utilizar normalmente malas carreteras, con el consiguiente desgaste y daño de las cubiertas y posibles deformaciones por torsión de chasis y bastidores. Todos los elementos mecánicos deben mantenerse en buen estado de servicio, dispuestos a operar en terreno desigual y pendiente. Si en la población nueva, será frecuente que estos vehículos tengan que participar también en las operaciones de retirada de nieve.

La política a seguir debe orientarse a lograr que los equipos funcionen lo mejor posible y al costo más bajo que las circunstancias permitan, debiéndose procurar que los operarios que los manejan no pierdan la confianza que deben tener en tales elementos mecánicos.

En relación a las carrocerías y cajas de carga de basuras, se deben tener en cuenta el volumen y capacidad de la caja que se ha de colocar sobre el chasis del camión de recolección de basuras ya implica una decisión que también ha de adaptarse en cada caso y para cada localidad. Estas dimensiones dependerán:

- De la cantidad de basuras que se hayan de recoger en el recorrido y que aseguren una carga completa o casi completa del vehículo en una jornada laboral de tipo medio;
- Del número de obreros que participen en la operación, y
- De la anchura de las calles o caminos del recorrido.

El camión con carrocería diseñada para su completo manejo por una sola persona puede resultar muy eficaz en aquellas comunidades locales que tengan la suerte de contar con un servicio de recolección en las aceras de las fachadas principales, es decir, donde no se necesita de un personal que tenga que ir hasta las puertas traseras de las viviendas a recoger los recipientes de basura. Hay quien afirma que si los recipientes de basura se colocan en los bordillos de las aceras, con un camión diseñado para este tipo de operación y manejado por un solo operario pueden conseguirse unas cifras de rendimiento del orden del 70 % de las correspondientes a la cuadrilla formada por un conductor y otros dos operarios que lleven un camión de tipo más convencional. Por otra parte, este tipo de equipo en que el conductor se encarga por completo de las operaciones de recolección de un distrito o itinerario puede fomentar el sentido de responsabilidad del personal que realiza el servicio.



Capítulo



Recopilación

de un proyecto de recolección de residuos



1. Factores incidentes en el proceso de recolección y transporte de R.S.U.

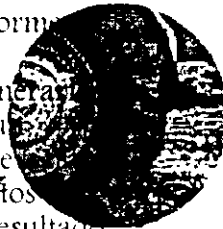
Hay factores que por su incidencia en los costos del sistema de recolección y por la repercusión a nivel social merecen una consideración especial. A continuación abordamos los más frecuentes.

1.1. Itinerarios de recolección.

Los costes operativos de los itinerarios de la recolección suelen presentar un valor importante dentro de la gestión de los residuos. El estudio de los itinerarios y sus características facilitará mejorar su eficacia y por consiguiente la gestión de los residuos.

En un determinado momento muchas personas expresaron su confianza en que el potencial analítico que ofrece el ordenador electrónico permitiría la obtención de itinerarios de recolección de basuras que dieran un máximo de eficiencia al servicio y redujeran los costes operativos al mínimo posible. Algunos expertos en computadoras intentaron preparar modelos de programación que proporcionaran soluciones adecuadas. Pero pronto se advirtió que el gran número de variables en juego (ancho de vía, sentido e intensidad del tráfico, pendientes, etc.) y la dificultad de su respectiva evaluación hacían que no resultase práctico este método de enfocar el problema.

La alternativa que queda consiste en estudiar los itinerarios conjuntamente con los administradores de la entidad municipal utilizando al máximo los conocimientos y la experiencia de quienes en la práctica han realizado estas tareas. Se trata -como se indica en un reciente informe elaborado por la EPA- de lo que se conoce con la denominación de «denominación heurística de itinerario» («heuristic routing»), que puede entenderse como «un proceso intelectual, lógico y de sentido común que de la experiencia permite organizar ideas, conceptos e información con vistas a obtener una solución o resultado útil». Se reconoce abiertamente que quienes son responsables de la realización del trabajo son precisamente los que están en mejor posición para introducir mejoras en los itinerarios, sin más que atenerse a unas pocas reglas y directrices lógicas.



Quienes llevan a cabo estos estudios emplean términos tales como los de macro-recorridos y microrrecorridos. El primero se refiere a las áreas o distritos cubiertos por los itinerarios de recolección y el segundo a cada itinerario concreto que dentro de un distrito determinado, seguirá el camión de que se trate y la cuadrilla que va con él. La expresión macrorrecorrido también puede aplicarse al conjunto de los itinerarios asignados al conjunto de las cuadrillas diariamente. Si la política del municipio consiste en efectuar una sola recolección a la semana -y son numerosas las comunidades locales que operan con esta frecuencia- a la cuadrilla puede asignársele un recorrido distinto para cada día laborable.

En lo que se refiere a la determinación de itinerarios concretos (microitinerario), las reglas heurísticas de la EPA pueden proporcionar una orientación constructiva al administrador de los servicios de recolección y eliminación de residuos sólidos. Veamos esas reglas ligeramente reecodadas en su redacción

- Limitar cada itinerario a un área que sea lo más «compacta» posible. No fragmentar ni superponer itinerarios (qualit las cargas de trabajo, de modo que resulte razonablemente equilibrado el tiempo invertido en cada recorrido de recolección y acarreo

- Incluir el itinerario de recolección en el punto más próximo posible al ganje o centro de operaciones, teniendo siempre en cuenta la existencia de calles de tráfico intenso y de dirección única

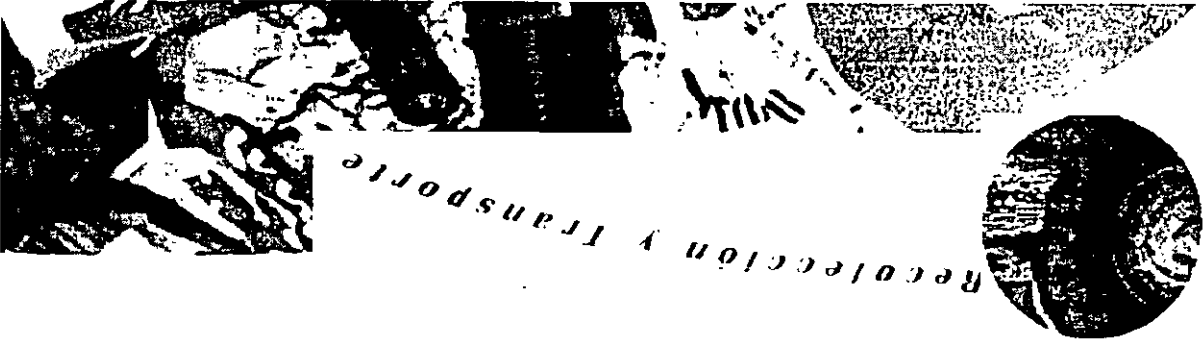
- Evitar que la recolección en las calles de mas circulación tenga lugar a las horas de mayor intensidad de tráfico. Si en el área predomina las calles de dirección única conviene incluir el itinerario en uno de sus extremos y que discuta «trazos» aprovechando las calles transversales, como se indica en la siguiente figura nº 4

- Incluir las calles sin salida en el área de recolección de las calles que las cruzan. Programar la recolección de forma que los camiones cambien de dirección mediante giros a la derecha. Ello resulta especialmente importante cuando se trata de camiones que no llevan mas operario que el conductor y este va sentado a la derecha de la cabina

- Cuando se trate de un área con cuevas empinadas, incluir en lo posible la recolección en el punto de máxima elevación. Recoger las basuras de ambos lados de la calle mientras el vehículo cruza abajo. Este procedimiento mejora la seguridad de la operación, reduce el desgaste del vehículo y ahorra combustible y lubricantes.

- Para facilitar la recolección a ambos lados de la calle en el mismo recorrido conviene programar los itinerarios siguiendo rutas largas y rectilíneas, evitando atravesar la vía porpendicularmente. En la dirección que llevamos de gira para retroceder haciendo «trazos», generalmente en el sentido de las agujas del reloj. En la figura siguiente se observa las manzanas de viviendas, sin olvidar que es importante la realización de un «cruce», en su sentido, es decir, debemos recorrer la zona con el objetivo de identificar los puntos ciegos

Esas reglas generales resultan más aplicables cuando se trata del sistema normal de recolección de calles en ciudadela. Pero actualmente son más aplicables en el caso de nuevos trazados que se se en este momento de un mayor nivel de desarrollo urbano. En este sentido, por lo que con trazados de calles en curvas, por ejemplo, tanto los avances como los cambios que se efectúan en cada recorrido

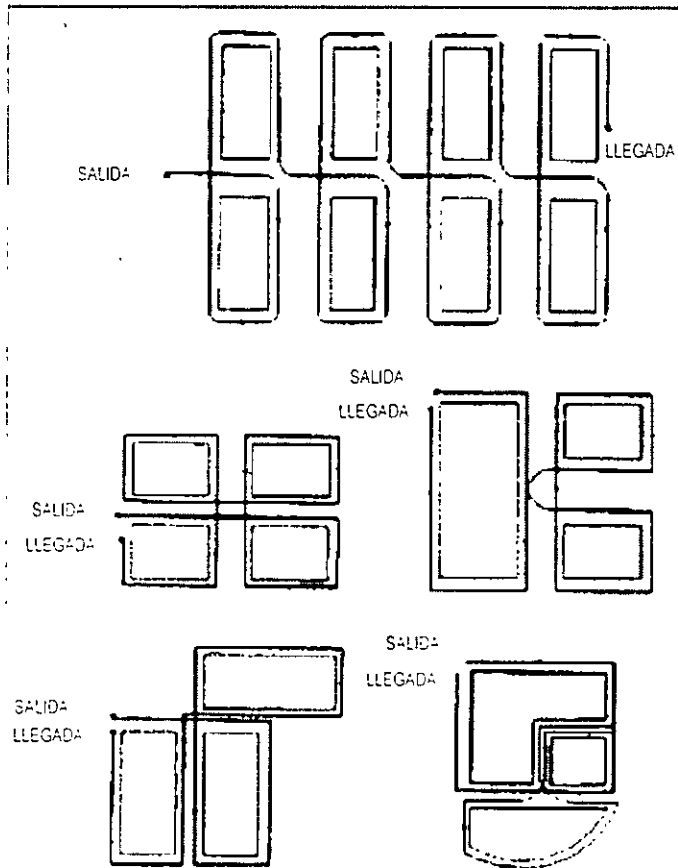


Factores incidentes en el proceso de recolección y transporte de R.S.U **Capítulo 4**

Cuando se trata de áreas céntricas de poblaciones grandes es necesario que la retirada de los desechos voluminosos se efectúe sobre la base de un sistema cuidadosamente organizado. Los residentes de estos barrios tienen menos oportunidad de transportar los desechos hasta los puntos preestablecidos para la descarga de residuos voluminosos, situados generalmente en el extrarradio o periferia del núcleo urbano. Además, es frecuente que los residentes con ingresos escasos carezcan de recursos suficientes para acarrear estos desechos asumiendo su costo.

En la siguiente figura reflejamos algunas soluciones de itinerarios usualmente utilizados.

Figura 4: Organización de itinerarios



Capítulo 4

Factores incidentes en el proceso de recolección y transporte de R S U

1.2. Turnos y horarios.

La comunidad tiene la expectativa que el servicio de recolección de basuras se realice con regularidad y eficiencia, preferiblemente, a una hora concreta del día, y que cuando pase la cuadrilla no quede basura alguna detrás de ella. Sin embargo, esta exigencia de regularidad puede perjudicar al grado de eficacia con que se desempeña el servicio, puesto que las cantidades de basura varían de una a otra recolección y puede darse el caso de que el camión este ya casi lleno, o lleno del todo, antes de terminar su recorrido. Precisamente, para mitigar este posible problema pueden adoptarse ciertas técnicas

La más generalizada, indudablemente, consiste en distribuir el trabajo de recolección a destajo. A cada cuadrilla se le asigna un itinerario o ruta específico que viene a requerir normalmente una jornada laboral. La cuadrilla regresa a su base de partida en cuanto termina su recorrido, lava el camión y sus componentes dan por concluido el trabajo. Este método fomenta la rapidez de actuación, lo que satisface a los usuarios y conviene a los obreros. Sin embargo, también puede favorecer el apresuramiento excesivo de los obreros en la realización de la tarea, que se ejecutará de forma más descuidada, con más posibilidades de accidentes y vaciando los recipientes de forma desordenada.

La designación de una cuadrilla formada por un número variable de operarios puede servir para compensar, según los días, la existencia de volúmenes mayores o menores de basura en sus recorridos. Prestando atención a las cantidades recogidas, el administrador del servicio puede prever los posibles incrementos en días sucesivos, lo que le permitirá destinar al personal que convenga en cada caso.

El método de relevo entre itinerarios proporciona una forma de adaptarse a las variaciones de cantidad de las basuras. El conductor de un camión de recolección comunica a su superior, por radio o por teléfono si al terminar su recorrido resulta que el vehículo no está lleno del todo. Entonces puede recibir la orden de dirigirse al extremo final de otro itinerario en que aún no se haya terminado la recolección, para que inicie allí su recorrido en sentido inverso, hasta encontrarse con la cuadrilla que tiene asignado tal itinerario. Lo mismo sucede en el caso en que el conductor observase que en su ruta existe tanta basura para recoger que sobrepasará la capacidad de llenado de su camión. En dicho caso podrá comunicarlo al centro de mando solicitando ayuda.

El método del itinerario de reserva constituye otro medio de utilizar el equipo con la mayor eficacia. La jerarquía del servicio selecciona de tres a cinco itinerarios en torno a una ruta central y considera este conjunto como una sola unidad. Cada cuadrilla trabaja siguiendo su propio itinerario, moviéndose de modo constante hacia el centro en cuestión; y cuando lleguen, entre todas recogen las basuras de la ruta central.

Naturalmente, los métodos aquí descritos no son los únicos que pueden seguirse en la programación de las cuadrillas de recolección. Es posible que existan variantes capaces de dar buenos rendimientos, al tiempo que proporcionen al usuario el servicio de recolección regular y seguro de que desea disponer. Los estudios de tiempos y



movimiento en cada uno de los itinerarios, la cuidadosa anotación de las cantidades de basura que se recogen y la introducción de un sistema de incentivos en el trabajo serán otras tantas medidas que han de contribuir sin duda a mejorar el servicio prestado.

1.3. Recolección de residuos sólidos en zonas rurales.

En América Latina y el Caribe, con el continuo avance del proceso de urbanización, las áreas que hasta hace poco eran netamente rurales comienzan ya a plantear problemas de eliminación de residuos sólidos. En el pasado, cuando su población aparecía todavía demasiado diseminada para justificar el establecimiento de servicios de recolección de basuras casa por casa, la mayoría de las entidades locales afectadas se limitaron a señalar unos puntos o lugares de vertido a los que los propios residentes de la zona podían llevar sus basuras y desechos. Tal sistema jamás dio resultados plenamente satisfactorios. La suciedad era cosa corriente, como lo eran las ratas, las moscas e incluso los incendios, factores todos ellos capaces de crear situaciones peligrosas.

En muchos casos la solución de este tipo de problemas consiste en sustituir los vertederos abiertos por grandes contenedores cerrados, situados estratégicamente, que se recojan y descarguen con una determinada regularidad; por ejemplo, una vez por semana. Para ello debe seleccionarse con cuidado el tamaño del contenedor que mejor se adapte a este tipo de operaciones.

1.4. Personal del servicio.

El personal de los servicios de recolección ya no debe reclutarse entre los obreros menos cualificados sobre todo si se implanta el sistema que tanto éxito tiene, de emplear una sola persona para realizar la operación completa. Estos operarios deben superar unas estrictas pruebas físicas, deben poseer permiso de conducir y siempre que sea posible, deberán contar con el incentivo que supone el ascenso a puestos de más categoría dentro de los servicios municipales. Es importante elevar el nivel de los recolectores a través de la capacitación permanente a efectos de compensarlos de la importancia del servicio que prestan a la comunidad. Así mismo la capacitación del personal les permitirá desarrollar toda una carrera, lo que es también conveniente para la empresa o municipalidad ya que los últimos escalones de la carrera serán ocupados por personal de vasta experiencia y capacitados para solucionar por iniciativa propia y solvencia los potenciales problemas o imprevistos que puedan presentarse. Algunos estudios recomiendan que este personal se reclute entre personas con una media de edad de 27 años, pero tal política podría plantear problemas por entrañar una práctica discriminatoria.

El cuidado de la seguridad personal será central en este tipo de trabajo. Los trabajadores deben contar con uniformes, incluyendo guantes y en la estación o zona de servicio debe garantizarse la existencia de una sección destinada a guardarropa. Se deberá contar también con condiciones mínimas para posibilitar la higiene del personal (servicios de agua fría y caliente). Es importante promover el conocimiento de normas que



Capítulo 4

Factores incidentes en el proceso de recolección y transporte de R.S.U.

contribuyan a su cuidado personal y por ende familiar. Debe ser perentoria la orden de evitar el "cachureo o cirujeo", es decir la extracción de material recuperable de la basura por sus potenciales efectos insalubres.

El número de operarios por vehículo transportador de basura depende de una serie de factores, tales como número de recipientes por localidad, densidad de la población, características del distrito, tiempo disponible para la recolección y transporte al sitio de disposición final, número de viajes por día, tiempo necesario para la recolección propiamente dicha (hombres-minuto por tonelada de basura, tiempo que demora un hombre en recolectar una tonelada de residuos) y tamaño del vehículo recolector.

Generalmente se emplean, dos o tres hombres y ocasionalmente cuatro, por vehículo. En este último caso, un hombre trabaja a cada lado del camión para manipular los recipientes y el tercero los descarga en el vehículo. El cuarto operario es el chofer. Esta disposición se justifica sólo en un distrito de alta densidad de población en el cual los recipientes son colocados en la acera, lo que permite una manipulación del orden de 500 unidades por día y operario. En cambio, si los recipientes están en el interior de la casa, el rendimiento disminuye a unas 200 a 300 unidades por día y operario.

El número de operarios por cuadrilla no puede ser normalizado, por cuanto depende de los factores a los cuales se ha hecho mención y debe ser estudiado en cada caso particular según las condiciones locales.

1.5. Eficacia de la labor de recolección.

La comunidad local puede adoptar una serie de medidas tendientes a obtener un mayor rendimiento por dólar invertido y, al propio tiempo, seguir manteniendo un elevado nivel en la prestación del servicio. Algunas de estas medidas requieren la cooperación del público -del residente en la casa o encargado del establecimiento mercantil- y otras exigen un estudio y análisis previos por parte de los encargados de la administración del servicio. Veamos cuales son las medidas en cuestión:

- Un mejor y más eficaz almacenamiento de la basura en el lugar de su recolección (requiere la cooperación del residente)
- Colocación del receptáculo o recipiente de la basura junto al bordillo de la acera o en la calle trasera, manteniendo una adecuada alineación (requiere la cooperación del residente)
- Empleo de bolsas de plástico o papel para sacar la basura, con objeto de facilitar la recolección (requiere la cooperación del residente)
- Atado o envoltura de las basuras de jardines y corrales, formando unos fardos o manojos fáciles de manejar, si es que tales residuos no pueden colocarse en recipientes (requiere la cooperación del residente)
- Organización de itinerarios más eficaces para los vehículos de recolección (requiere previo estudio técnico)



Factores incidentes en el proceso de recolección y transporte de R S U **Capítulo 4**

- Adopción de mejores equipos capaces de utilizar el esfuerzo de la mano de obra con mayor eficacia (requiere previo estudio técnico)
- Creación de instalaciones de transbordo de basuras, destinadas a impedir el costoso transporte de cargas relativamente pequeñas hasta puntos de vertido muy distantes (requiere previo estudio técnico).

En la recolección propiamente dicha podemos destacar los siguientes factores

A) Tipo de receptáculo, ya que de él depende el manejo eficiente por parte de los Cargadores.

En las urbes se aprecia que el público en general utiliza las bolsas plásticas

El tipo de receptáculo usado en las industrias, por lo general son tambores partidos (de 50 y 100 litros).

En los locales comerciales, es donde se aprecia menor uniformidad, ya que utilizan indistintamente, recipientes de cartón, madera o metálicos de distinto volumen

Como una referencia se señala a continuación la incidencia del tipo de receptáculo en los tiempos de recolección (Tabla n° 3). Allí se aprecian los tiempos promedio empleados para tomar un depósito, vaciarlo y volverlo a dejar en la vereda

Tabla N° 3

Tipo de receptáculo	Volumen medio por litro	Tiempo de vaciado	Tiempo de vaciado
Cajas de cartón chicas	44.2 l	13.4 seg	0.30 seg
Cajas de cartón grandes	156.50 l	15.4 seg	0.10 seg
Cajones de madera chico	42.40 l	13.8 seg	0.33 seg
Cajones de madera grandes	173.50 l	21.1 seg	0.12 seg
Tambores grandes	171.50 l	13.3 seg	0.21 seg
Tambores chicos	116.50 l	20.4 seg	0.16 seg
Tarros de metal	39.40 l	14.7 seg	0.37 seg

Recolección y Transporte



Capítulo 4 *Factores incidentes en el proceso de recolección y transporte de R.S.U.*

B) Ubicación del receptáculo, por costumbre la ubicación del receptáculo es en la vereda, esto hace que el tiempo de recolección sea menor.

En los sectores donde existen pasajes, el camión recolector debe maniobrar dificultosamente, ya que existe una sola vía, la cual hace aumentar los tiempos de recolección.

El comercio en un gran porcentaje presenta sus residuos de la misma forma que lo hace el sector residencial.

En las industrias los recolectores deben dirigirse al interior para retirar y luego a dejar los receptáculos, lo que trae consigo una disminución en los rendimientos.

C) Número de recolectores, en general no hace variar el rendimiento, lo que sí incide es la edad de los recolectores, ya que en general ella determina su estado físico.

D) Densidad de desecho por kilómetro, ya que determina la cantidad aproximada de receptáculos lo que influye directamente en los tiempos de recolección.

E) Tipo de zona o sector, pues de él depende la localización de los receptáculos como también la cantidad de desechos producidos. Tan importante como lo anterior es la topografía existente, ya que si no es plana demanda mayor tiempo.

F) Calidad de las vías de circulación, ya que incide en la vida útil de los vehículos y en la probabilidad de accidentes.

G) Hora en que se realiza la recolección, en las de mayor movimiento vehicular.

En las zonas residenciales e industriales no existe mayor dificultad al adoptar cualquier hora, pero en las zonas

58



tener mayor cuidado al manejar el material, ya que las dificultades que presenta un suelo mojado hacen que los recolectores deban usar ropa menor y protegerse de la lluvia.

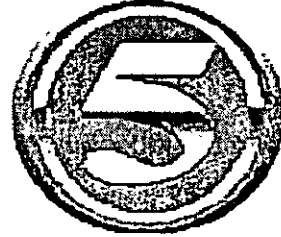
Recolección y Transporte



La evaluación de la incidencia de estos factores en el sistema de recolección de residuos sólidos domiciliarios es

El sistema de recepción de facturas con sus comprobantes es indispensable a fin de determinar la eficiencia y rendimiento del sistema si es municipal, o para precisar la tasa de pago por servicio cuando es entregado a un contratista.

Capítulo



Recolección y Tran.



1. Estaciones de transferencia.

En la actualidad los centros de disposición final de los residuos sólidos tienden a ubicarse a una mayor distancia de los núcleos de generación. Esto origina un grave inconveniente ante la necesidad de recorrer grandes distancias por parte del vehículo recolector, cuyo diseño esta concebido para la recolección pero no para el transporte. Como solución a este problema surge el concepto de estación de transferencia, allí los residuos de los vehículos recolectores son transferidos a equipos de transporte que poseen una gran capacidad de carga (trailers, barcasas, ferrocarril, etc.), los cuales llevan los residuos al centro de disposición final.

Las estaciones de transferencia son edificios generalmente cerrados parcial o totalmente con el fin de eliminar los posibles impactos producidos por olores, ruidos, diseminación de residuos etc.

Hay diferentes tipos:

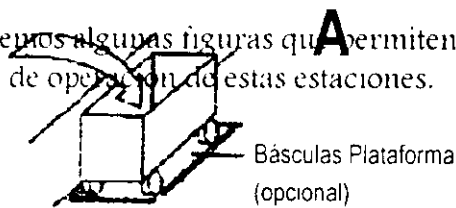
Estación de transferencia de carga directa.

Estación de transferencia de almacenamiento y carga.

Estación de transferencia mixta.

En ellas puede haber compactación de los residuos, con la finalidad de minimizar el costo de transporte a los centros de disposición final, esta compactación puede ser alta, media o baja.

Residuos de carga se proponen algunas figuras que permiten directamente en un trailer, abierto, en instalaciones de compactación o en un transportador móvil para llevarlos a instalaciones de procesamiento o compactación

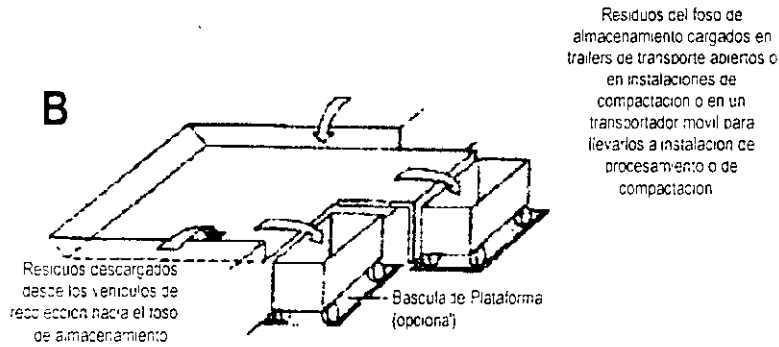


Recolección y Transporte

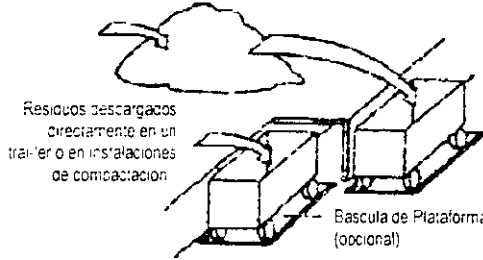


Capítulo 5

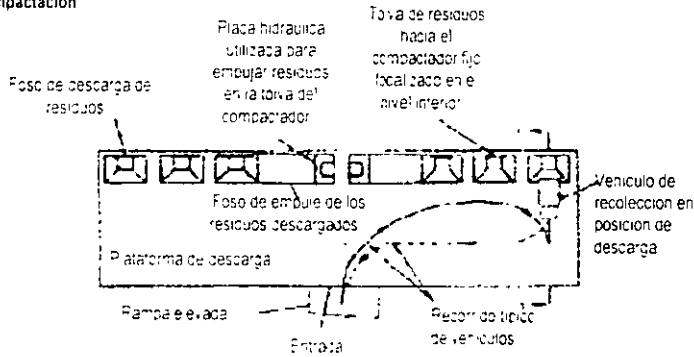
Estaciones de transferencia

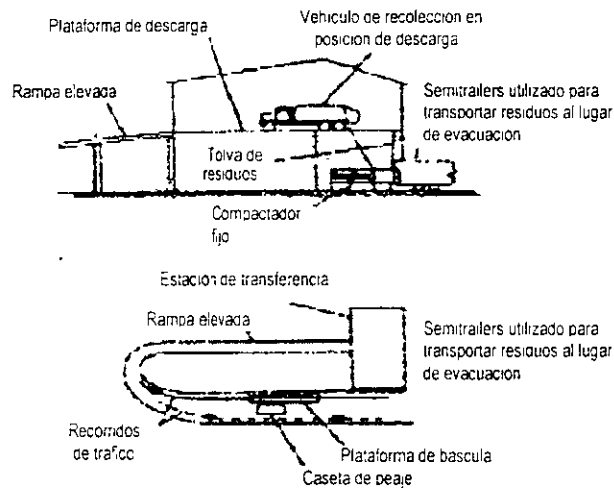


C Residuos descargados en plataforma de descarga. Después de separar los materiales reciclables se cargan con palas frontales el resto de los residuos en trailers de transporte



Estación de Transferencia con Carga Directa de mediana y pequeña capacidad con compactación





Fuente: "Gestión integral de residuos sólidos urbanos". George Tchobanoglous H. Theisen. S. A. Virgil. Mc. GrawHill

Esta modalidad incrementa el manejo de los residuos y por supuesto agrega costos al manejo derivados de su construcción y operación. La pregunta es entonces, ¿Cuándo se considerará beneficiosa una estación de transferencia para una aplicación particular? o sea, ¿Cuándo el incremento de costos que implica una estación de transferencia estarán cubiertos por los ahorros que la misma origina? Evidentemente la transferencia se torna viable cuanto la distancia entre los núcleos generadores de residuos y los centros de disposición final es grande. Aunque la factibilidad de la instalación debe ser considerada particularmente según las condiciones locales y sus necesidades, estudios realizados sobre el tema indican que, ante una distancia de aproximadamente 25-30 Km. va es conveniente estudiar la posibilidad de implantación de una estación de transferencia para la minimización de los costos de transporte. Lógicamente este criterio no es el único, siendo necesario realizar un estudio de prefactibilidad para una correcta decisión.

1.1. Ventajas

Los principales beneficios reconocidos a este sistema podemos resumirlos en:

Recolección y Transporte



Capítulo 5

Estaciones de transferencia.

1. Economía de transporte

En un transporte de transferencia la carga útil legal puede ser de 18 a 25 toneladas en comparación con las 4 a 10 toneladas del transporte por vehículos recolectores. Lógicamente esto reduce los viajes al centro de disposición final, permitiendo así que la flota de recolección permanezca más tiempo en sus rutas, lo que produce una importante reducción de los costos de capital y operación.

2.- Ahorro de trabajo

Los camiones que realizan la recolección tienen tripulaciones de dos o tres personas, además del conductor. Durante el tiempo "adicional" de transporte del vehículo hacia el lugar de disposición esta tripulación debe permanecer en el vehículo, lejos de su labor de recolección, con el costo que ello conlleva. El vehículo encargado del recorrido de la estación de transferencia a la disposición final solo necesita un operario (el conductor).

3.- Ahorro de energía

Los consumos por Tonelada/Kilometro transportada, son menores en los vehículos de transferencia que en los recolectores.

4.- Reducción de costos por desgastes y/o roturas del equipo

Debido a la menor cantidad de viajes se logra una disminución en el kilometraje global del recorrido, con la consiguiente reducción en el desgaste de los equipos.

5.- Versatilidad

La flexibilidad de los sistemas de transferencia permiten cambiar el destino final de los residuos sólidos con un mínimo impacto en la operación de recolección.

6.- Reducción del frente de descarga en los rellenos

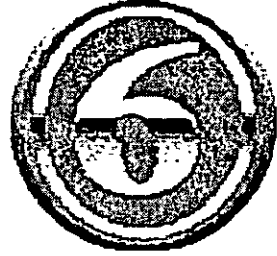
Dado que el tamaño del frente de descarga en el relleno está determinado por el número y tipo de vehículo utilizado, una reducción en el volumen de estos demandará una disminución del área de trabajo en la descarga. También producirá mejores condiciones de seguridad debido a reducción del tránsito de vehículos.

7.- Posibilidad de reciclado

Si las condiciones operativas, de costos, sanitarias, etc., lo permiten, las estaciones de transferencia pueden dar una excelente posibilidad de reciclado primario de algunos materiales previamente a ser dispuestos.



Capítulo



de un proyecto de recolección de residuos

1. Consideraciones básicas y diseño del sistema de recolección de residuos.

En la elaboración de un proyecto de recolección intervienen todos los factores mencionados hasta aquí, los que deben analizarse de manera organizada. En primer lugar se considera:

- Características de los residuos a recoger.
- Incidencia de las variaciones estacionales en la cantidad de residuos producidos
- Estructura urbana de cada una de las zonas (comerciales, industriales o domésticas).
- Volumen y densidad de población
- Tipos de edificaciones
- Sentidos de circulación y tráfico de las calles
- Ancho de las calles.
- Repercusiones posibles de la recolección nocturna
- Distancias al centro de eliminación vertedero o descarga
- Posibilidades de normalización de cubos y recipientes de recolección
- Ordenanzas municipales

Una vez que se dispone de esta información, aunque solo sea de forma aproximada, se puede empezar a trabajar en un servicio racional de recolección de las basuras

La operación de recolección requiere un planteamiento previo en el que deben considerarse, entre otros, los siguientes aspectos

- Infraestructura urbana y urbanismo
- Características de los residuos a recoger
- Utilización de recipientes y bolsas para el servicio
- Distancia al centro de eliminación o vertedero

Recolección y Transporte



Capítulo 6*Consideraciones básicas para la elaboración de un proyecto de recolección de residuos*

Partiendo de ello, puede estructurarse un servicio que considere el ancho de calles, tipo de edificaciones, densidad de los lugares, direcciones de las calles, etc., para determinar la conveniencia de realizar con carácter nocturno este tipo de servicio.

Las características de los residuos a recoger, tiene baja importancia, cuando se utilizan vehículos recolectores compresores. Ahora bien, es importante valorarlos a la hora de elegir el tipo de recolector, considerando como características más importantes:

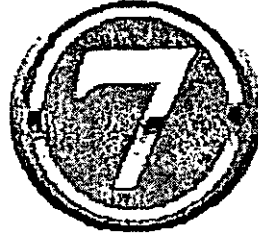
- Estanqueidad total, para evitar derrame de líquidos
- Índice de compresión, a fin de mejorar el rendimiento de los equipos
- Rápida absorción de residuos
- Costo de mantenimiento
- Seguridad de manejo.

Además siempre que las características urbanas del lugar lo permitan, deben elegirse recolectores de gran volumen de carga para evitar las pérdidas de rendimiento que suponen los desplazamientos al centro de eliminación.

A la hora de elegir los equipos más apropiados, hay que considerar que es necesario disponer en el parque de vehículos de aquellos que permitan realizar los servicios especiales, que no pueden o no deben ser realizados con los recolectores compresores antes mencionados, tales como los derivados de actividades sanitarias y aquellos otros que por sus características -animales muertos, productos sanitarios- no se recomienda su compresión.



Capítulo



Recolección y Transp



1. Diseño del sistema de recolección.

El diseño de un sistema de recolección de basura es un problema bastante complejo que debiera ser abordado por ingenieros sanitarios especializados, considerando los aspectos económico, higiénico y estético del sistema. Lo primero que debe considerar el ingeniero que diseña el sistema de recolección, es el número de sitios o puntos para la disposición final de la basura con que debe contar la ciudad, y esto depende fundamentalmente del tamaño de la ciudad a servir y de las condiciones locales adyacentes a la comunidad de referencia. Es evidente que el o los puntos de disposición final de basura deben encontrarse a la menor distancia posible del centro del distrito a servir. Establecidos estos lugares, es fundamental fijar los días y distritos o barrios a servir por cada unidad de recolección, marcando en un mapa de la ciudad las calles y avenidas a recorrer, dirección a seguir (con el propósito de reducir al mínimo el tiempo improductivo), ajustando la circulación de los vehículos para que éstos converjan, con su carga completa, al punto que diste lo menos posible del sitio de disposición final.

Una vez que se inicia la recolección, es necesario que técnicos supervisores recorran los diferentes barrios o áreas servidas para comprobar si se atiende al total de predios establecidos y si el tiempo requerido para servir los diferentes sectores del barrio y para completar la carga del vehículo realmente coinciden con lo previsto. Con esta información se hace un ajuste del sistema planeado en

teoría. La eficacia de un sistema de recolección depende de la correcta coordinación de varios factores, tales como capacidad del vehículo, número de hombres por vehículo, tipo de basura recolección y número de viajes por día a una distancia determinada al sitio de disposición final.

Debido a todas las variables que afectan al sistema, es difícil precisar los factores que conducen al costo mínimo de recolección. Por esto debe encontrarse una fórmula que determine el número de operarios por camión que, trabajando el día completo sin tiempo improductivo, hagan el número de viajes necesarios para recoger la cantidad de



basura correspondiente. La práctica común es hacer dos, tres o más viajes al día, con los cuales se sirve todo el barrio, pero a carga completa por viaje, a fin de no encarecer el costo de explotación. En otros términos: debe establecerse la cantidad de basura a recoger por viaje para una ciudad, considerando un número fijo de hombres por vehículo y determinados viajes por día, lo que depende fundamentalmente, entre otros factores, de la magnitud del tiempo medio empleado en la recolección propiamente dicha: hombres minuto por viaje.

En un sistema de recolección con una distancia de transporte determinada es conveniente emplear el mínimo de hombres-minuto por toneladas en la operación de transporte. Si se incrementa el número de servidores por camión, debe aumentarse en la misma proporción el tonelaje acarreado por vehículo, a fin de no recargar el costo por concepto de mano de obra en la operación de transporte de basura al sitio de disposición final.

Para proporcionar los datos que permiten obtener esta información es necesario un buen registro. Diariamente hay que anotar los siguientes datos por vehículo: capacidad y kilómetros recorridos, número de viajes efectuados al sitio de disposición final, volumen y peso de las basuras, número de servicios atendidos, porcentaje de servicios atendidos con recipientes en la calle y en el interior de las casas, porcentaje de servicios no atendidos, y su razón, reclamos del público, horas trabajadas (operarios y empleados por unidad de recolección), y condiciones del tiempo.

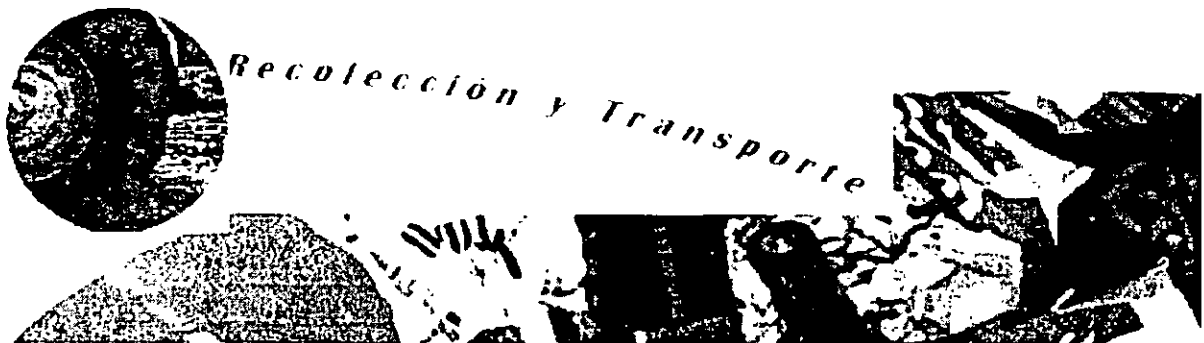
No deben pesarse todas las cargas, sino solo las del número de vehículos suficientes en diferentes condiciones de tiempo y a distintas horas, a fin de establecer valores medios de peso en toneladas por m³ de basura.

Con el propósito de ejecutar un diseño racional del sistema de recolección, es necesario conocer el efecto que origina el empleo de dos, tres o más hombres en el costo total de recolección y estimar las consecuencias que causa la capacidad del vehículo al hacer dos, tres o más viajes por día.

A continuación nombraremos algunas características influentes en el diseño del sistema de recolección de residuos.

1.1. Necesidades actuales y futuras de los equipos de recolección.

Para la determinación de las necesidades de equipos de recolección se precisa de la siguiente información: cantidad y característica de la basura producida, frecuencia de la recolección, jornada de trabajo diaria, tiempo empleado por un operario en recolectar una tonelada de desecho, capacidad de los vehículos, número de operarios por cuadrilla, tiempo de transporte de cada camión y tiempo de maniobras (incluye tiempo de descarga en la disposición final, tiempo de descanso, tiempo de transporte al lugar de inicio de la recolección, tiempo empleado en lavar el vehículo al final de la jornada, etc., es un valor estimado).



Las características físicas de los residuos sólidos domésticos nos permiten determinar el tipo de vehículo que se precisa. La producción per capita, la población y la frecuencia se utilizan para determinar la producción máxima de basura que es necesaria recolectar. La jornada de trabajo diaria, el tiempo de recolección por operario, la capacidad de los vehículos, el número de operarios por cuadrilla, el tiempo de transporte y el tiempo de maniobra, se emplean para determinar el número de viajes que puede hacer cada camión al lugar de disposición final. Para este fin se utiliza la siguiente fórmula:

$$g = \frac{440}{b \cdot d} \cdot Tm$$

- g = número de viajes por camión.
- 440 = duración de la jornada de trabajo diaria (en minutos), considerando 44 horas a la semana y 6 días de trabajo (Lunes a Sábado).
- b = tiempo empleado por un operario en recolectar una tonelada de desecho (hombre/minuto/tonelada).
- C = capacidad de los vehículos en toneladas, (término medio de tonelada de desechos por viaje).
- a = número de operarios por cuadrilla.
- d = distancia en Km. de ida y vuelta al sitio de disposición final.
- v = velocidad media del camión (km./min.) al y desde el sitio de disposición final en km. por minuto.
- Tm = tiempo de maniobra en minutos.

Para cada comuna se determinará las necesidades actuales y futuras de equipo de recolección considerando las siguientes posibilidades:

- Sin modificar de manera alguna el actual sistema
- Modificando solo la frecuencia
- Sin modificar la frecuencia, pero considerando un mejoramiento en el rendimiento de los recolectores, debido a una mejor presentación de los desechos por parte de los usuarios
- Modificando frecuencia y mejorando rendimiento



1.2. Determinación del tiempo de recolección.

Los tiempos de recolección surgen de mediciones efectuadas en diversos lugares y en circunstancias variadas, para su explicación recurriremos a un caso práctico

Veamos una situación que considera promedios en ciudades típicas de América Latina.

Para la determinación del tiempo de recolección por operación se hicieron mediciones en las diferentes comunas de la región, las cuales dieron en promedio los siguientes resultados

Comunas de tipo urbano: 180 hombre-minuto/tonelada

Comunas de tipo urbano rural: 240 hombre-minuto/tonelada

Estos valores serán utilizados para el cálculo de las necesidades del vehículo. Como velocidad promedio de los vehículos de recolección en el transporte consideraremos 30 km/hora, es decir, 0.5 km/min

Se calculará en base a vehículos compactadores de 6 - 9.6 y 14 m³ de capacidad los que pueden transportar 3 - 4.8 y 7 ton de basura compactada como promedio. La cuadrilla recolectora estará compuesta de 4 operarios por vehículo

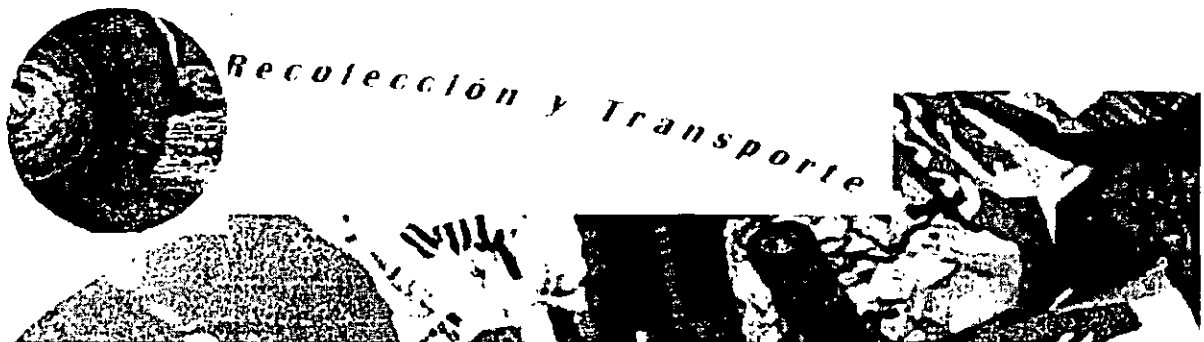
Ejemplo

Para las ciudades virtuales de Cantimpalo y Micoel consideraremos como lugar de disposición final el utilizado en la actualidad por Cantimpalo que dista 4 y 13 km respectivamente de cada ciudad.

Se propenderá a una frecuencia de dos veces por semana en general, para todas las comunas. En las comunas de carácter urbano con más de 20 000 habitantes servidos, se aumentará en un vehículo los equipos de recolección con el fin de prestar servicios especiales, atender algunos sectores donde se requiera una frecuencia mayor y también servir de reemplazo en caso de que algún vehículo de los recorridos normales sea llevado a reparación

Estimaremos que el rendimiento de los recolectores mejorará en un 20% debido a la mejor presentación de los residuos por parte de los usuarios

El modificar la frecuencia producirá una variación en la cantidad de basura a recolectar en los días de máxima acumulación. El mejoramiento en el rendimiento de los recolectores tendrá incidencia en el número de viajes que se podrá realizar.



En el caso en que el número de viajes no sea exacto, se hace un viaje con la capacidad promedio y otro con un porcentaje de esta capacidad. Supongamos que el número de viajes que hace el camión sea de 1.56, se podría pensar que el primer viaje se hace con el 100% de la carga promedio (4.8 tn.) y el segundo con el 56% de esta carga promedio. Sin embargo esto no es así, ya que los tiempos de transportes y de maniobra permanecen constantes, mientras que el tiempo de recolección es menor. Por este motivo para las consideraciones de cálculo de toneladas de basura transportada, se harán las correcciones

Corrección por camión (Ton) x N° de viajes (corregido)

N° de camiones =

El número de camiones necesarios está determinado por la siguiente fórmula

N° DE CAMIONES NECESARIOS					
CANTINPALO					
AÑOS 1980 1985 1990 1995 2000					
Sin modificar el actual sistema					
N° de camiones de 6 m3	3	3	4	4	5
N° de camiones de 9.6 m3	3	3	4	4	5
N° de camiones de 14 m3	3	3	3	4	4
Recolección 2 veces por semana Modificando solo la frecuencia					
N° de camiones de 6 m3	3	3	4	4	5
N° de camiones de 9.6 m3	3	3	4	4	5
N° de camiones de 14 m3	3	3	3	4	4
Considerando solo un mejoramiento en el rendimiento de los recolectores					
N° de camiones de 6 m3	3	3	4	4	4
N° de camiones de 9.6 m3	3	3	3	4	4
N° de camiones de 14 m3	3	3	3	4	4
Recolección 2 veces por semana Modificando frecuencia y mejorando rendim.					
N° de camiones de 6 m3	3	3	3	4	4
N° de camiones de 9.6 m3	3	3	3	4	4
N° de camiones de 14 m3	3	3	3	3	3

Recolección y transporte



1.3. Recolección diurna o nocturna.

La elección de una u otra forma de realización del servicio debe responder a un acabado estudio por parte de los entes municipales, ya que evidentemente cada población tiene una serie de circunstancias tales como alumbrado público, climatología, densidad de circulación, situación y estado del lugar elegido para la disposición final de los residuos sólidos recolectados, etc., que influyen notablemente a la hora de elegir un determinado horario.

Uno de los problemas a considerar en un servicio de recolección nocturna, es el ruido que producen los vehículos recolectores. Este ruido no es solamente el producido por el motor, generalmente diesel, sino además el producido por los propios mecanismos de compresión del equipo recolector. Este inconveniente solamente se ha podido resolver con la utilización, en algunas ciudades, de chasis movidos mediante motores eléctricos alimentados por baterías de plomo de gran capacidad. Este sistema realmente poco utilizado en la actualidad, tiene una serie de ventajas pero tiene la limitación de capacidad de las baterías, no habiéndose superado todavía autonomías de más de 100 km y la dificultad de superar ciertas pendientes, por lo que su utilización podemos considerarla restringida a cierto tipo de ciudades o itinerarios de recolección.

Independientemente de las características técnicas del equipo a utilizar para un servicio nocturno o diurno, antes de decidir por uno u otro deberemos tener en cuenta las características urbanas de la ciudad, podemos señalar una clasificación que no pretende ser limitativa, sino meramente enunciativa, por la multitud de casos particulares que pueden presentarse:

Poblaciones turísticas: por ser lugares donde generalmente hay vida nocturna, es aconsejable realizar el servicio a primeras horas de la mañana, evitando que los cubos o recipientes donde se depositen los residuos por los usuarios, permanezcan en las calles durante la noche.

Poblaciones con un centro urbano congestionado: en ellos, evidentemente, deberíamos ir a realizar un servicio de recolección con carácter nocturno para evitar las dificultades de tráfico a primeras horas de la mañana y las perturbaciones que ello pudiera ocasionar.

Grandes y medianos núcleos urbanos: la práctica aconseja realizar el servicio de recolección en horas nocturnas salvo en zonas periféricas o de deficiente iluminación.

En aquellas poblaciones donde es fácil diferenciar dos o varios sectores distintos, podríamos sugerir la conveniencia de realizar un servicio mixto de recolección de basuras, realizando con carácter nocturno la de tipo domiciliario y de centros comerciales y desarrollando el servicio con carácter diurno o de madrugada en polígonos industriales y zonas de recreo. Entendemos que cada población requiere un estudio previo específico antes de adoptar una u otra solución, pudiendo llegar el caso que por la complejidad de rutas e itinerarios de determinadas poblaciones, sea aconsejable el procesar todos los datos por ordenador.



1.4. Educación ciudadana.

La colaboración por parte de los usuarios de un servicio de recolección de basuras y en general de todos los vecinos de una determinada población puede llegar a ser el problema más difícil con el que se enfrentan todas las Administraciones Locales.

Cada vez que se inicia un servicio se debe planificar una serie de campañas de publicidad por el mayor número posible de medios, con el fin de llegar a crear en el ciudadano una auténtica conciencia sobre la importancia de la limpieza, dándole a conocer los medios humanos y mecánicos que se emplean con expresión de sus costes para que se den cuenta de la relevancia que adquiere su colaboración a fin de no incrementarlos innecesariamente. Lamentablemente este desconocimiento trae consigo que las tímidas campañas que en algunos municipios se han realizado en este aspecto, hayan tenido muy poco eco en la práctica. En el módulo de "Gestión de Residuos" se estudia con mayor detalle el tema de la educación ambiental.

1.5. Recolección selectiva.

El único sistema de recolección que tiene en cuenta y presupone un sistema de eliminación posterior es la recolección selectiva que va unida a los sistemas de reutilización de los residuos. En los últimos años se ha escrito mucha literatura sobre este tema. En muchas polémicas sobre su rentabilidad, a menudo no se han tenido en cuenta los distintos grados y formas con que se lo puede realizar.

El modelo completo o ideal supone: 1) la participación ciudadana al depositar en bolsas o receptáculos distintos componentes diferenciados de los RSU como pueden ser el papel, los plásticos, el vidrio, metales y residuos orgánicos;

2) la recolección por separado de dichos componentes en vehículos distintos o en vehículos especiales compartimentados.

No cabe ninguna duda sobre el abaratamiento que supone la recolección selectiva, pero sin embargo se debe tener en cuenta que:

El sistema de reutilización sea adecuado y existan mercados para los productos resultantes.

La recolección selectiva se hace más compleja y como consecuencia de ello aumentan los tiempos de recorrido y la dotación o sofisticación de los vehículos. Sabemos que la recolección selectiva es el componente principal del coste total del servicio de recolección y eliminación de los RSU, 70-80%, por lo que



recolección y eliminación de los RSU -70, 80%-), por lo que este factor de encarecimiento es relevante.

Se requiere un grado de concientización y colaboración ciudadana bastante elevado para que el sistema sea efectivo.

Capítulo 7 *Diseño del sistema de recolección*

Dados estos factores de "educación ciudadana" el proceso de implantación del sistema requiere un tiempo adecuado.

Sin embargo, y sin descartar la organización completa de la recolección selectiva, existen bastantes soluciones que simplifican este modelo ideal aunque sin hacer una completa selección de los residuos, a saber:

Dentro del modelo ideal se puede reducir el número de componentes a seleccionar.

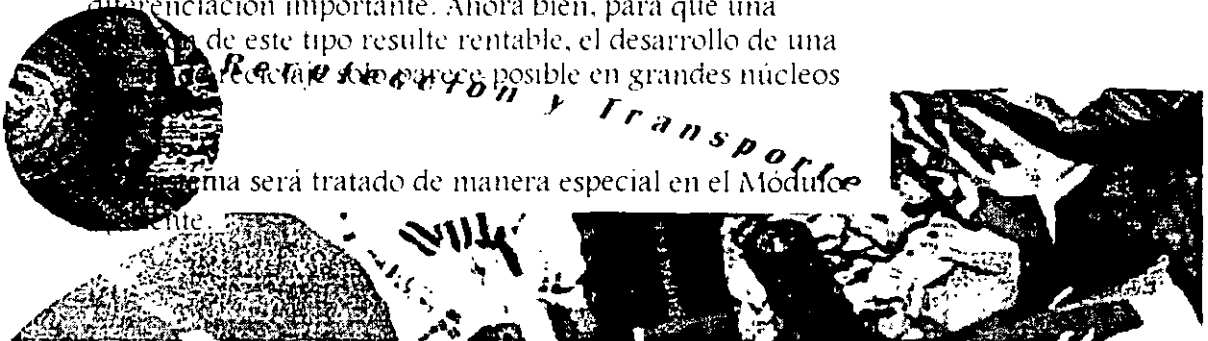
También dentro del modelo ideal se pueden adecuar los distintos tipos de recolección anteriormente analizados que suponen una mayor colaboración ciudadana y un abaratamiento de los costes de transporte.

Cuando la recolección selectiva se realiza porque existen mercados para los productos resultantes, se puede instrumentar un sistema opcional de recolección con incentivos, bien sea con la compra de papel, vidrio, etc., o porque el ciudadano sólo pague por la recolección y eliminación del volumen de residuos no diferenciados. De hecho esto supone que la rentabilidad de la reutilización puede cubrir el coste del transporte y restringe bastante las posibilidades efectivas de este tipo de soluciones, aunque visto de otro modo no es más que organizar de forma más sistemática la actividad. Esta posibilidad se podría contemplar o bien como forma de tránsito gradual hacia la recolección selectiva completa, o bien sin más incentivos adicionales que el abaratamiento que se puede obtener en los costes y por tanto en la tasa que se cobra al ciudadano.

La forma más sencilla y rudimentaria de seleccionar los residuos es tener en cuenta los distintos tipos de RSU que se producen en una ciudad por áreas de producción. Por ejemplo, si se recogen por separado los residuos de los mercados, de las áreas en que prácticamente sólo existen oficinas o centros comerciales, etc., se obtiene una diferenciación importante. Ahora bien, para que una

de este tipo resulte rentable, el desarrollo de una

78



1.6. Consideraciones generales sobre la financiación del servicio.

La financiación del servicio se tratará en el Módulos de Evaluación de Proyecto con mayor detalle, pero es importante considerarla como uno de los factores influyentes. Tal financiación puede hacerse a base de fondos procedentes del presupuesto municipal, es decir, con cargo a los ingresos obtenidos por el erario municipal a través del régimen impositivo general o de la recaudación directa de tasas, mediante un régimen de autosuficiencia económica que no suponga una carga para el presupuesto de la hacienda municipal. El sistema de financiamiento a través del régimen impositivo general supone que el servicio que se presta protege la higiene, salubridad, bienestar y seguridad de la comunidad en su conjunto.

Un correcto estudio de costos e implementación de tasas y tarifas, permiten un adecuado financiamiento de los servicios. Las tasas que se fijen a los usuarios debieran ser proporcionales al servicio que se les preste, es decir, estar relacionadas con los tiempos que se invierten en el local o casa del usuario y teniendo en cuenta también la relación entre el número de recipientes de basuras y cantidad de personal destinado a la tarea.

Cuando los ciudadanos de cualquier localidad están habituados a que el servicio de recolección de basuras se presta con cargo al presupuesto municipal, sin tener que abonar tasa especial alguna, cambiar a un sistema de abono resultará extremadamente difícil, hasta el punto que en ocasiones puede dar lugar a un cambio en los propios cargos públicos de la Administración local.

A pesar de lo sofisticado de muchos procedimientos que se emplean para la eliminación de los residuos, el coste de los trabajos de recolección sigue representando cerca del 70 % del total de la inversión en la gestión, tratamiento y eliminación de los residuos sólidos. La determinación

Recolección y Transporte



79

variables o costos directos) y los elementos independientes del kilometraje recorrido por los vehículos de recolección, que son los gastos fijos (gastos de estructura). Así se componen:

A) Costes directos:

- 1.- Los gastos de los vehículos: amortización, carburantes, lubricantes, neumáticos, conservación y reparaciones.
- 2.- Los gastos del personal de conducción y carga.
- 3.- Los gastos diversos que afectan a los servicios ejecutados: pesadas, peajes, cánones diversos.

Capítulo 7 *Diseño del sistema de recolección*

B) Gastos de estructura:

- 1.- Los gastos dependientes de los servicios a asegurar: reserva de vehículos, reserva del personal de conducción y carga, gastos de servicios interiores (engrases, sustitución de vehículos en servicio, envíos a reparación), seguro anual de vehículos e impuestos diversos.
- 2.- Gastos de garaje y de locales administrativos: Alquileres o amortizaciones, impuestos de inquilinato, seguro de incendios, conservación de locales, instalaciones, agua, gas, electricidad.
- 3.- Gastos del personal administrativo y subalternos.
- 4.- Gastos de funcionamiento que comprenden: gastos financieros, gastos de taller, gastos de explotación y obras sociales.

De este coste de recolección es probable que cerca del 50% esté constituido por la mano de obra. Consecuentemente, cualquier ahorro que pueda hacerse en los procedimientos de recolección contribuirá sustancialmente a rebajar los costes de todo el programa de eliminación de residuos. La experiencia señala que los métodos de recolección permiten una mejora en la gestión total de los residuos sólidos con una reducción del 25% respecto de la cantidad anteriormente presupuestada al rediseñar, por ejemplo, las rutas de recolección. No obstante, las modificaciones posibles deben introducirse gradualmente. Al público o generador, en general, le exige un cambio de hábitos y la comprensión de la complejidad del problema, y la consecuente participación en su resolución.

1.7 Cálculo de costos unitarios de recolección y su influencia en la tarifa. Ejemplificación

Supongamos que en una ciudad se ha seleccionado un compactador de 14m³. La primera labor del

80



Recolección y Transporte



Costos de capital

- Camión de 14 m³ de capacidad con un costo de US\$100.000
- Vida útil 6 años (las empresas privadas generalmente deprecian en 5 años)
- Intereses 12%
- Vida útil del camión: 6 años, costo de depreciación: 100.000 / 6 = 16.666,67

Costos de personal

- Un chofer y dos ayudantes con salarios mensuales de \$250 el chofer y \$150 los ayudantes
- Cargas sociales sobre los salarios 50%

Mantenimiento

- Costo de mantenimiento 12% del costo inicial

Consumos

- Consumo de llantas 7 al año con un costo de \$300 c/u
- Consumo de combustible 40 lts de diesel por turno

Costos de administración

- Gastos de seguros, fianzas y garaje 5% del valor del vehículo en promedio anual
- Costos administrativos y de supervisión 10% del costo directo anual
- Costos de reserva 15% anual de los costos directos

Utilidad

- Utilidad si el servicio es contratado a empresas privadas 20% de los costos directos. Si el servicio es municipal se puede obviar este costo.

La primera pregunta que se haría una persona no familiarizada con el análisis de costos, sería como sumar costos de capital, con los costos de llantas, mantenimiento, personal etc. El secreto para poder sumar costos tan disímiles es ponerlos todos en las mismas unidades. En este caso escogemos US\$ por año.

1 Costo anual del vehículo**1.1 Costo de capital**

La amortización del capital se obtiene con el factor de recuperación del capital (ver Documento Apoyo Cap 07)



Capítulo 7*Diseño del sistema de recolección*

El factor de recuperación del capital (FRC) será:

$$FRC = [1(1+i)^n] / [(1+i)^n - 1] = [0.12(1+0.12)^6] / [(1+0.12) - 1]^6 = 0.237 / 0.974$$

$$FRC = 0.24323$$

Nota: el FRC puede ser obtenido de las tablas amortización que se pueden encontrar en los libros sobre ingeniería económica o de economía. A las tablas se entra con el interés "i" y la vida útil "n".

y la amortización, que incluye la depreciación y los intereses, será

$$A = 0.24323 \times 100\,000 = \text{US\$ } 24\,323 \text{ por año}$$

1.2 Costos de personal

$$\text{Chofer} = 250 \times 12 = \$3\,000 \text{ por año}$$

$$\text{Ayud} = 150 \times 12 \times 2 = \$3\,600 \text{ por año}$$

$$\text{Cargas Soc} = \$6\,600 \times 0.5 = \$3\,300 \text{ por año}$$

Total personal = \$9,900 por año

1.3 Costos de operación

a) Mantenimiento

$$M = \text{factor mant} \times \text{Costo inicial} = 0.12 \times 100\,000 = \$12\,000 \text{ por año}$$

b) Consumos

$$\text{Combustible} = 40 \text{ lt} \times 310 \text{ día/año} \times 0.60 \text{ \$/lt} = \$7\,440 \text{ por año}$$

$$\text{Llantas} = 7 \times 300 = \$2\,100 \text{ por año}$$

Suma de costos directos es \$53,700



1.5 Costos de administración

Seguros, fianzas, etc. = $0.05 \times 100\,000 = \$ 5\,000$ por año

Administración = $0.10 \times 55\,763 = \$ 5\,576$

Costos reserva = $0.15 \times 55\,763 = \$ 8\,364$

Total Admon. = \$18,940

1.6 Utilidad

$U' = (\text{Costos directos} + \text{costos indirectos}) \times 0.20 = (55\,763 + 18\,940) \times 0.2 = 74\,704 \times 0.2$

$U' = \$14\,940$

Costo total anual del camión = \$89,643

2 Rendimiento o productividad del camión

La productividad del camión se define como la cantidad de toneladas que recoge por unidad de tiempo. La unidad de tiempo puede medirse por turno, por día, por semana o por año. Para que las unidades sean congruentes con los cálculos de costos anteriores, utilizaremos el rendimiento medido en toneladas recolectadas por año. Para esto se hará uso de los resultados de los estudios de campo que se deben haber realizado previamente al proyecto. Supongamos que los datos encontrados en esos estudios son los siguientes.

- Densidad o peso volumétrico en el camión, 42.5 kg/m^3 (resultado de los estudios de pesaje de vehículos)
- Capacidad del vehículo, 14 m^3 (dato del fabricante)
- Viajes por turno 2 (resultado de los estudios de tiempos y movimientos)
- Eficiencia de recolección 85% (esto es porque ciertos días el segundo viaje no se completa, y es resultado de los estudios preliminares)
- Días de trabajo al año, 312

Recolección y Transporte



Capítulo 7

Diseño del sistema de recolección

Capacidad del camion por viaje: $C_v = 14 \text{ m}^3 \times 0.425 \text{ kg/m}^3 = 5.95 \text{ ton}$

Rendimiento de recolección por turno: $R_t = 5.95 \text{ ton} \times 2 \text{ viajes} \times 0.85 = 10.12 \text{ ton}$

Rendimiento de rec. por año: $R_a = 10.12 \text{ ton/día} \times 312 \text{ días/año} = 3.156 \text{ ton/año}$

3. Costo unitario por tonelada

Con los costos anuales obtenidos y el rendimiento anual se calcula fácilmente el costo unitario como sigue

$CU = \text{Costo anual vehiculo} / \text{Rendimiento anual} = \$ 89.643 / 3.156 \text{ ton} = \28.40 por ton

4. Tarifa media de recolección

La tarifa de recolección se calcula también con los datos obtenidos en los estudios de campo que se deben haber hecho previamente. Supongamos que los estudios previos arrojaron los siguiente resultados

- Generación media per capita PPC = 0.77 kg/hab/día
- Personas por familia hab/fam = 4.3

La producción media de basura por familia será

Prod. Anual Familia = $0.77 \times 4.3 \times 365 = 1.209 \text{ kg} = 1.21 \text{ ton/fam/año}$

El costo de recoger esa cantidad anual será

Costo anual por fam = $1.21 \text{ ton/fam/año} \times 28.40 \$/\text{ton} = \$34.36 \text{ por fam al año}$



La contribución de la recolección a la estructura tarifaria sería

Nota: Si se tiene las PPC en los diferentes estratos socioeconómicos se puede calcular la tarifa de recolección diferenciada para cada uno y hacer más justo el cobro en lo social.

5. Estructura porcentual de los costos de recolección

En el cuadro siguiente se puede ver la estructura de los costos de recolección.

Ejemplo de estructura de costos de recolección (en US\$)

La contribución de la recolección a la estructura tarifaria sería

Nota: Si se tiene las PPC en los diferentes estratos socioeconómicos se puede calcular la tarifa de recolección diferenciada para cada uno y hacer mas justo el cobro en lo social

5. Estructura porcentual de los costos de recolección

En el cuadro siguiente

se muestra

Ejemplo de estructura



La contribución de la recolección a la estructura tarifaria sería

Nota: Si se tiene las PPA, se puede calcular la tarifa de recolección diferenciada para cada uno y hacer más justo el cobro en lo social

5. Estructura porcentual de los costos de recolección

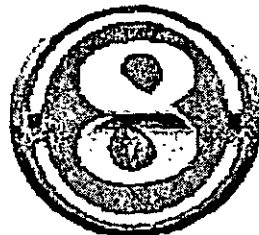
En el cuadro siguiente se puede ver la estructura de los costos de recolección:

Ejemplo de estructura de costos de recolección (en US\$)

Recolección y Transporte



Capítulo



Recolección y Tra



1. Limpieza de Calles

Resulta difícil definir lo que se entiende por una calle limpia, siempre se puede decir que una calle está limpia cuando no se ven en ella desperdicios de ninguna clase: arena, papeles, embalajes, hojas, manchas de aceite o de grasa, y que la cantidad de polvos que recubren los pavimentos no sobrepasa un límite razonable.

La limpieza deseable, respondiendo a parámetros de estética y de higiene, varía según la naturaleza de las vías, sus alrededores, las características de la sociedad, entre otros. Se puede exigir una calzada muy limpia delante de un bello monumento, pero tolerar, por el contrario, cierta cantidad de polvo, e incluso hojas, en una calzada bordeada por un parque o un paseo de caballos.

Corresponde, pues, a los responsables del servicio determinar el grado de limpieza de cada zona. Para ello es conveniente considerar los diversos tipos de desperdicios que ensucian la vía pública, y que pueden proceder de la naturaleza como el clima o la estación del año, de las actividades humanas, así como su periodicidad.

- Desperdicios naturales y excrementos de animales

Algunas causas de contaminación proceden de la naturaleza y del clima y, aun si los transeúntes de una sociedad ideal de ciudadanos perfectos no arrojasen nada a tierra, el suelo estaría sucio por residuos de origen vegetal, animal y mineral: hojas de árboles, briznas, polvos procedentes de la erosión de las superficies de las calles y caminos, excrementos de animales (perros, palomas, etc.), barro arrastrado por las tormentas, incluyendo los casos de suciedades excepcionales, tales como los vuelos de langostas. También en las ciudades situadas a la orilla del mar, de los lagos o de los ríos, los residuos depositados en las riberas a veces muy importantes, son esparcidos por el viento sobre las superficies próximas.

- Suciedades debidas a la actividad humana

Se puede observar que en las ciudades las causas de contaminación más importantes son las procedentes de la población, el estado de las calles refleja en gran medida la personalidad y las costumbres de los ciudadanos.

Las suciedades proceden de diversas actividades y las causas son numerosas:

- Polvos Atmosféricos procedentes de fábricas, hogares, parques que decantan o sedimentan sobre la calle.

- Desgaste de pavimento, neumáticos, zapatos, etc. debido a la circulación.

- Detritos de vehículos como aceites, grasas, gasolina, trapos.

Recolección y Transporte



- Cubos de basura rebosantes o mal cerrados
- Detritos y residuos diversos como papeles, embalajes, periódicos, octavillas, prospectos, sacos de azúcar, vasitos de helado, billetes de transporte colectivo, etc., cuyas cantidades aumentan con los pequeños gastos de la población y están en función de su prosperidad
- Contaminaciones accidentales procedentes de accidentes de circulación, pérdidas de mercancías y otros.

1.1 Cantidades medias de residuos

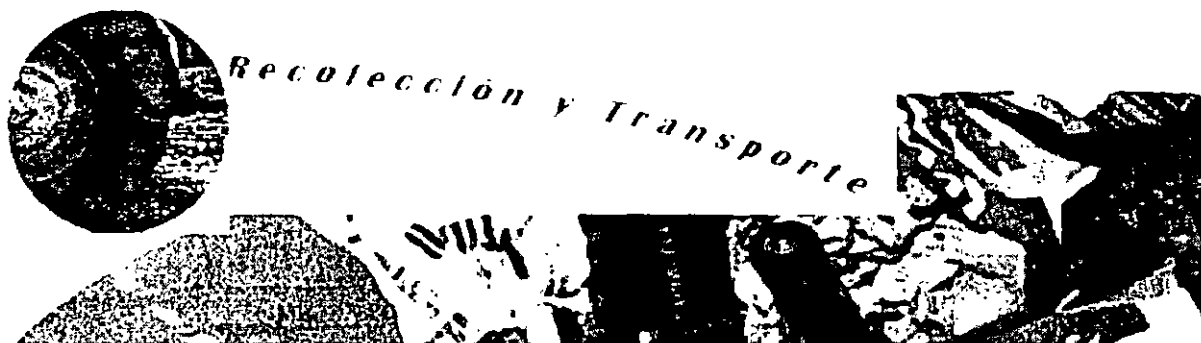
Estas cantidades pueden ser muy variables según las localidades, por lo cual las cifras deben determinarse en investigaciones específicas para cada caso. En general dependen del modo de limpieza empleado y de lo que se entienda en cada ciudad por la palabra "barrido".

En el cálculo es preciso incluir o considerar, por ejemplo, las arenas arrastradas por las lluvias muy fuertes y que proceden de zonas altas de la ciudad que no tienen pavimento.

En cualquier caso, en condiciones normales, se pueden contar aproximadamente de 3 a 5 g/m²/día sin gran riesgo de error.

A los efectos de mantener bajo control el volumen de residuos, pueden darse algunas recomendaciones para reducirlos de forma natural:

- En la elección de los tipos de árboles de las avenidas, conviene evitar los follajes muy voluminosos y coriaceos, así como los árboles que dan frutos pesados o que desprenden suciedad.
- Evitar en las calles la aportación de arena y tierra procedente de las vías secundarias adyacentes o de las vías privadas de tierra batida; el desagüe de las aguas pluviales procedentes de estas vías debe hacerse en la red de evacuación de aguas pluviales y en caso de imposibilidad en estanques de arena antes de su vertido en las cunetas.
- Atraer la atención del servicio de control de vehículos automóviles y particularmente de los vehículos pesados sobre las pérdidas de aceites y grasas debidas al mal estado de los vehículos.
- Exigir el empleo de recipientes de residuos cerrados, prohibir su presencia prolongada sobre las aceras, y tender a la generalización de los procedimientos de recolección que eviten todo vertido de residuos y polvo sobre las calzadas.



- Prohibir el vertido sobre las aceras de los productos de barrido de las tiendas o de limpiezas domiciliarias
- Colocar papeleras a disposicion de los peatones a los efectos de hacer mas efectivas las prohibiciones de arrojar sobre la calzada papeles, periodicos viejos, entradas, y todo otro tipo de residuos.
- Prohibicion de publicidad por lanzamiento sobre la via publica de octavillas publicitarias, prospectos y todo tipo de volantes, e imposicion de reglas precisas a los anunciantes
- Exigir que los vehiculos que transportan escombros procedentes de desmontes esten provistos de cajas estancas en buen estado y que las ruedas de estos vehiculos sean lavadas a la salida de las obras cuando alli haya barro.
- Adoptar disposiciones para que los trabajos de toda indole que se efectuen en los inmuebles, tanto en el interior como en el exterior no ensucien la via publica
- Evitar los mercados al aire libre y, si esto no es posible, poner a disposicion de los comerciantes y usuarios los recipientes o sacos destinados a recibir los desperdicios

1.2 Periodicidad de la limpieza de calles

Zonas urbanas a limpiar. Periodicidad. Clasificacion de las calles

La importancia y la frecuencia del barrido de calle está en funcion de la proporcion del gasto que la municipalidad destina a mantener la limpieza de su ciudad

Algunas ciudades se organizan distinguiendo varias categorias o clases de calles escalonadas en orden decreciente, teniendo en cuenta criterios como los siguientes

- 1 -) Importancia de la calle y de su trafico segun las horas.
- 2 -) Ancho de las calles y de las aceras.
- 3 -) Nivel de limpieza deseado.
- 4 -) Cantidad de residuos y de suciedades habituales.
- 5 -) Credito disponible para mano de obra y herramientas

En general las calles suelen clasificarse en categorias, en funcion de su importancia, del trafico y de la actividad dominante, de las suciedades que son su consecuencia y, en definitiva, de la amplitud de las operaciones de limpieza que exigen

Recolección y Transporte



Capítulo 8

Limpieza de calles

He aquí, por ejemplo, la distribución en cinco clases de las calles de una determinada ciudad

- 1.a clase. Calles comerciales de tráfico intenso (1 a 2 limpiezas por día)
- 2 a clase Vías residenciales de tráfico comercial muy activo (1 limpieza por día)
- 3 a clase Calle de viviendas de alta densidad (1 limpieza cada 2 días).
- 4 a clase Calle de viviendas de densidad media (1 limpieza por semana)
- 5 a clase. Avenidas con villas y jardines (1 limpieza por quincena)

Tal clasificación es necesaria en todas las ciudades en que la aglomeración presenta alguna importancia, realmente, es casi siempre empírica, pues está en función de numerosos factores como longitudes de las calles a limpiar, de las dificultades encontradas en ellas y de otros factores propios de cada lugar

1.3 Dificultades para mantener la limpieza en la vía pública

A menudo se observan inconvenientes para mantener la limpieza de las calles relacionadas con el tipo de calzadas, los materiales que la constituyen o con obstáculos que suelen colocarse en las aceras

Así, los pavimentos lisos facilitan la limpieza, lo mismo que la pendiente de las cunetas, su buen estado y el perfil transversal y longitudinal de las calzadas

Los pavimentos lisos, sin juntas, facilitan la limpieza y el lavado, pero esta consideración puede oponerse a las necesidades de la circulación que exigen pavimentos rugosos, antideslizantes por lo cual el ingeniero deberá esforzarse para conciliar las dos exigencias de pavimentos antideslizantes que hagan fácil y enérgica la limpieza. Por ejemplo, los pavimentos bituminosos de granulometría bastante tupida presentan una rugosidad suficiente y son convenientes para la limpieza

Es conveniente que las cunetas sean completamente lisas, para facilitar la circulación y que estén realizadas con hormigón enlucido o tratado, o con materiales prefabricados lisos o asfaltados. También conviene vigilar que la pendiente longitudinal de las cunetas sea suficiente para asegurar la evacuación de las aguas de lluvia o de lavado; no se deben utilizar pendientes menores de 1 cm/m para evitar los charcos debido a ligeros e inevitables atascos (con una leve variación de la convexidad de la calle, la pendiente de la cuneta puede ser más fuerte que la del eje de la calzada)



Las mismas aceras deben presentar cierto grado de rugosidad para evitar resbalones en tiempos de lluvia. La gama de pavimentos está bastante extendida: asfálticos en frío o caliente, materiales prefabricados, cemento ruleteado. Las baldosas de gres o de cemento son igualmente convenientes.

Por otra parte, los obstáculos naturales o los artificiales que constituyen los diversos equipos de la vía pública y su "mobiliario", suelen transformarse en un estorbo muy serio para el barrido manual o mecánico.

A modo de ejemplo podemos citar:

- Carriles del tranvía, luces empotradas,
- árboles y rejillas de sus pies,
- canalabros,
- postes de señalización y parquímetros,
- bocas de incendios y postes de policía-socorro,
- buzones, armarios de correos y telegráficos,
- hitos kilométricos,
- armarios y edículos varios,
- paneles publicitarios y objetos colocados por los comerciantes,
- terrazas de cafés, mostradores y quioscos diversos,
- refugios para los transportes públicos, bancos, cabinas telefónicas, etc.

Muy a menudo, los inconvenientes debidos a estos obstáculos podrían ser reducidos considerablemente con una mejor elección de sus emplazamientos o de su forma.

Por ejemplo, alrededor de los árboles, en ciertos casos es posible reemplazar la reilla tradicional, receptáculo de todas las suciedades, por una jardinera con flores, continua si es posible, limitada por un bordillo liso.

1.4 Datos de barrido de calles en algunas ciudades

Algunos datos de barrido, que pueden ser considerados en un análisis comparativo de las características y necesidades de sistemas de barrido, pueden encontrarse en el cuadro siguiente.



Las mismas aceras deben presentar cierto grado de rugosidad para evitar resbalones en tiempos de lluvia. La gama de pavimentos está bastante extendida: asfálticos en frío o caliente, materiales prefabricados, cemento ruleteado. Las baldosas de gres o de cemento son igualmente convenientes.

Por otra parte, los obstáculos naturales o los artificiales que constituyen los diversos equipos de la vía pública y su 'mobiliario', suelen transformarse en un estorbo muy serio para el barrido manual o mecánico.

A modo de ejemplo podemos citar:

- Carriles del tranvía, luces empotradas,
- árboles y rejillas de sus pies,
- candelabros,
- postes de señalización y parquímetros,
- bocas de incendios y postes de policía-socorro,
- buzones, armarios de correos y telegrafos,
- hitos kilométricos,
- urinales y edículos varios,
- paneles publicitarios y objetos colocados por los comerciantes,
- terrazas de cafés, mostradores y quioscos diversos,
- refugios para los transportes públicos, bancos, cabinas telefónicas, etc.

Muy a menudo, los inconvenientes debidos a estos obstáculos podrían ser reducidos considerablemente con una mejor elección de sus emplazamientos o de su forma.

Por ejemplo, alrededor de los árboles, en ciertos casos es posible reemplazar la rejilla tradicional, receptáculo de todas las suciedades, por una jardinera con flores, continua si es posible, imitada por un bordillo liso.

1.4 Datos de barrido de calles en algunas ciudades

Algunos datos de barrido, que pueden ser considerados en un análisis comparativos de las características y necesidades de sistemas de barrido, pueden encontrarse en el cuadro siguiente.



Capítulo 8

Limpieza de calles

Ciudad	Tipo de barrido	NE de barred. S.y B. mecánic.	Habs(millones)	% cobertura calles pavim.	Rendimiento km/día
San Rafael, Argentina	manual y mec	25 man , 2 mec	0.18	100	0,6
Rosario, Argentina	manual	7	1,1	100	2.4
San Luis, Argentina	manual	-	0,12	100	0.2
Godoy Cruz, Argentina	manual	180	0.19	100	0,5
Concordia, Argentina	manual y mec.	2 mec	0,12	100	-
Perez, Argentina	manual	-	0,22	100	2.4
Granadero, Bargosnia Argentina	manual	-	0.21	100	-
Villa Mercedes, Argentina	manual y mec	14 man, 2 mec	0.9	100	0,5
El Alto, Bolivia	manual	24	0,452	100	2,4
La Paz, Bolivia	manual y mec	1 mec	0,738	100	0.5-2
Oruro, Bolivia	manual	49	0,193	100	2.7
Potosi, Bolivia	manual	22	0, 117	100	2,4
Sucre, Bolivia	manual	16	0.144	-	-
Tarija Bolivia	manual y mec	20 man, 3 mec	0 096	100	2,7
Trinidad, Bolivia	manual	13	0.062	100	-
Curitiba, Brasil	manual y mec	530 man ,5 mec.	2.08	100	-
Sao Paulo, Brasil	manual y mec	5000 m, 4 mec	11,5	60	2
Joao Pessoa, Brasil	manual y mec	730 m, 1 mec	0.68	90	2
Salvador, Brasil	manual y mec.	2 mec	2,3	56	-
Belo Horizonte Brasil	manual y mec	2345 m, 2 mec	25	70	1,1
Brasília, Brasil	manuai	745	1,8	25	1.3

Rio de Janeiro, Brasil	manual y mec	5741 m, 26 mec	5.5	90	1.6
Santiago de Cali, Colombia	manual y mec.	535 m, 10 mec	1.85	97	2.81
Alajuela, Costa Rica	manual	300	-	10	3
Escobedo México	manual	40	0,28	90	0,25
Benito Juarez, México	manual	2	0,05	-	2
Guadalupe, México	manual	55	0,8	-	-
Monte Rey, México	manual y mec.	18 mec	1,1	-	-
García, México	manual	10	0,25	30	-
Santa Catarina, México	manual y mec.	23 man, mec	0,2	20	-
Salinas Victoria, México	manual	4	0,014	80	2,5
San Nicolás, México	manual y mec	119 m, 1 mec	0,525	-	-
Apodaca, México	manual	10	0,35	20	-
San Pedro Garza, México	manual y mec	30 m, 2 mec	0,113	100	2
Asuncion, Paraguay	manual y mec	204 m, 4 mec	0,51	60	-
Lima, Cercado, Perú	manual	256	0,33	70	-
Chiclayo Perú	manual	116	0,3	70	1,1
Ica, Perú	manual	1	0,11	68	7,5
Mercedes Uruguay	manual	18	0,37	70	2,4
Col de Sacramento, Uruguay	manual	14	0,25	20	0,8
Salto Uruguay	manual	29	0,1	3050	5
Tacuarembó, Uruguay	manual	20	0,45	40	2
Fray Benitos, Uruguay	manual	34	0,22	35	1
Durazno, Uruguay	manual	24	0,34	35	1,3
Rivera, Uruguay	manual	11	0,81	17	1
Montevideo, Uruguay	manual y mec	728 m, 14 mec	1,4	70	1,5
Artigas, Uruguay	manual	20	0,32	100	2,3

· Rendimiento por barrendero en Km/barrendero/turno de trabajo diario incluye ambos lados de la calle

Fuente: OPS Sistema de Monitoreo de Residuos Urbanos, SIMRU, 1996

Otros antecedentes de interés para el alumno, que le permitan tener una aproximación a los datos de rendimientos y costos se entregan en las tablas 3.2.6 (pag. 47), 3.2.7 (pag. 53), 3.2.9 (pag. 55), 3.2.10 (pag. 57) y 3.2.12 (pag. 61) del libro "Diagnostico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe" (Zepeda, 1997) que se entrega en diskette junto a los materiales del curso

Recolección y Transporte





Glosario

- *Basura:*

Desperdicio, desecho, materia orgánica, inorgánica o merita que por cualquier motivo bien por uso u otra razón ya no sirve y es eliminada. Técnicamente podremos hablar de Residuos Sólidos Urbanos

- *Cachurco o curje:*

Cuando la recolección de la basura se realiza por "basureros" ambulantes sin ningún tipo de control

- *Caja compactadora:*

Receptáculo habilitado para realizar la compactación de los residuos sólidos con la finalidad de reducir su volumen, normalmente se utiliza para denominar el receptáculo donde son depositados los residuos en el camión recolector de basuras

- *Cuadrilla de recolección*

Grupo de personal empleados en la recolección de los residuos pertenecientes a un vehículo recolector

- *Densidad:*

Relación entre la masa de un cuerpo sólido o líquido y el volumen que ocupa. La densidad aparente es la que poseen los cuerpos antes de ser compactados.

- *Estanqueidad:*

Capacidad que poseen ciertos equipos de retener e impedir la entrada o salida al receptáculo de cualquier tipo de líquido sólido o gas, excepto que esta entrada o salida se realice por los dispositivos habilitados para dicho fin

- *Frecuencia de Recolección*

Sucesión o periodicidad de tiempo en el cual se repite la acción de recolección de los residuos sólidos urbanos en un mismo punto

- *Itinerario:*

Recorrido o ruta seguido por los diferentes vehículos recolectores durante la recolección de tierra que mantienen constante el recorrido. Cada vehículo tendrá designado un recorrido (o itinerario) para la recolección de los residuos

Recolección y Transporte



Glosario

- *Metal Galvanizado.*

Chapa de hierro recubierta por diferentes procedimientos de una ligera capa de zinc para evitar su corrosión

- *Resistencia a la corrosión*

Resistencia que poseen ciertos materiales para hacer frente al desgaste producido por las condiciones climáticas o acciones de los propios residuos (líquidos, sólidos etc.)

- *Resistencia a la Abrasión*

Resistencia que poseen ciertos materiales para hacer frente al desgaste resistiendo las altas temperaturas

- *Tolva*

Receptáculo para el almacenamiento de los residuos sólidos en el vehículo recolector de basuras





Bibliografía

En la Red de Educacion a Distancia:

- Curso sobre Manejo de Residuos Solidos Urbanos
 Universidad de Chile - Sede Occidente - Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas
 Departamento de Obras Civiles, Seccion de Ingenieria Sanitaria
 Publicacion C-33, Santiago de Chile 1982.

- Curso sobre Recoleccion, Transporte y Disposicion Final de Residuos S. U.
 Universidad de Chile - Sede Occidente - Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas
 Departamento de Obras Civiles - Seccion de Ingenieria Sanitaria
 Publicacion C-29, Santiago de Chile 1978

Desechos Solidos, Sector Privado/Rellenos Sanitarios, Vol. 13
 Programa de Gestion Urbana - PGL
 Oficina Regional para A.L.C.
 Quito-Ecuador

Diagnostico de la situacion del manejo de residuos en A.L.C.
 F. Zepeda, P. Teixeira, A. Rossin, G. Acuna,
 Division de medio ambiente - Departamento de Programas Sociales y Desarrollo
 Sostenible - Banco Iberoamericano de Desarrollo - 1997

Recolección y Transporte





CEPAL-LPES

MODULO DOS



OPS



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CÓRDOBA



DEPARTAMENTO
EDUCACIÓN A
DISTANCIA



***Red Latinoamericana y del Caribe
para la Capacitación y la Cooperación Técnica
Mediante la Educación a Distancia***

***Gestión Integral de
Residuos Sólidos
Municipales e
Impacto Ambiental***

INSTITUCIONES RESPONSABLES

*Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica
y Social (ILPES)*

Coordinación: Edgar Ortegón

*Organización Panamericana de la Salud (OPS)
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del
Ambiente (CEPIS)*

Coordinación: Luiz Carlos R. Soares

*Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) Argentina
Facultad de Ciencias Económicas (F.C.E.)*

Coordinación: Palmira Pensa

AUTORIA DE CONTENIDOS

Cepal-Ilpes:

Marcel Szantó
Jaime Muñoz
Fernando Calvo

OPS-Cepis:

Francisco Zepeda
Alvaro Cantanhede
Guido Acurio

U.N.C.:

Teresa Civallero

DISEÑO Y DESARROLLO DE MATERIALES PARA LA MODALIDAD A DISTANCIA

Departamento de Educación a Distancia-F.C.E.-U.N.C.

Dirección:

Hada Graziela Juárez J. de Perón

Coordinación General :

Dalmira Pensa

Coordinación Pedagógica y Evaluación:

Adela Coria

Marcela Sosa

Arte y Diagramación:

Santiago Druetta

Abel Tomasino

Equipo de Apoyo Pedagógico:

Gabriela Sabulsky

María Helena Saggi

Paola Roldán

Nancy Castellano

Joel Armando

Daniela Reynoso

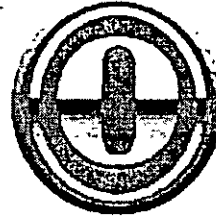
Secretaría Técnica de Educación a Distancia en
ILPES - CEPAL, a cargo de:

Alejandra Naser (anaser@eclac.cl)

María Angélica Pacheco (mpacheco@eclac.cl)

Indice

Objetivos	9
Introducción	10
Capítulo 1: Aspectos económicos y financieros del tratamiento y el reciclaje de RSU	13
Capítulo 2: Aspectos técnicos y sociales de la minimización y el reciclaje.	19
Capítulo 3: Materiales recuperables. Tratamientos	35
Capítulo 4: Fracción orgánica de R.S.U.	51
Capítulo 5: El reciclaje en América Latina y el Caribe	67
Capítulo 6: Incineración y otros procesos de tratamiento.	73
Glosario.	86
Bibliografía	90
Actividades de Aprendizaje.	91
Pistas de autoevaluación	94
Anexo	95



Objetivos

- Comprender la importancia de los procesos de recuperación de residuos sólidos urbanos y sus efectos económicos, sociales y ambientales.
- Reconocer las características de los materiales con posibilidad de recuperación observables en los residuos sólidos urbanos
- Identificar la importancia de la recuperación de residuos según las posibilidades económicas, sociales y ambientales de cada contexto.
- Comprender y diferenciar las fases que componen los procesos de Compostaje e Incineración distinguiendo las ventajas e inconvenientes de estos procesos.



Introducción

plos de proyectos bien diseñados en América Latina, como los de Brasil, Colombia, Argentina y otros países (ver Documento de Apoyo). Asimismo los costos del reciclaje bajan más para el municipio mientras mayor participación social se logra, ya sea mediante la incorporación de los segregadores informales o de voluntarios de la sociedad civil. Todos estos factores se tienen en cuenta al preparar un proyecto integral. Finalmente se presentan en este Módulo, los procesos de tratamiento de compostaje e incineración. El compostaje es un proceso que descompone la materia orgánica putrescible imitando los procesos de la naturaleza bajo condiciones controladas de ingeniería. Esto se puede hacer con procesos muy simples y a pequeña escala hasta en grandes plantas industriales y hay un sinnúmero de experiencias en América Latina (ver Documento de Apoyo). La incineración por el contrario no existe en su versión moderna en América Latina por los altos costos de inversión y operación que requiere, por lo que el Capítulo correspondiente se basa más en la experiencia de los países industrializados.

5

Aspectos económicos y financieros del tratamiento y el reciclaje de RSU **Capítulo 1**

1. Aspectos económicos y financieros del tratamiento y el reciclaje de RSU

Uno de los principales instrumentos para la evaluación de las alternativas de manejo integral de los residuos, lo constituyen los costos de inversión y los costos unitarios de los diferentes componentes del proyecto. A continuación, solo como marco referencial, se proporcionan los costos comparativos de las diferentes fases del manejo de residuos según la experiencia latinoamericana.

Cuadro 1.1 Costos de inversión y operación en América Latina

*1 Incluye obra civil, maquinaria y equipo. No se muestra la vida útil de las inversiones.
2 Incluye el costo financiero y el operativo propiamente dicho.*

Como ya se indicó los costos anteriores son referenciales, es decir que para cada caso el analista debe solicitar cotizaciones a los fabricantes y calcular los costos unitarios de acuerdo con las condiciones locales. Los costos presentados solo tienen como finalidad suministrar al alumno bases para que tenga una idea de magnitud cuando comience a pensar en las alternativas del proyecto.

Capítulo 1

Aspectos económicos y financieros del tratamiento y el reciclaje de RSU

Como se puede observar en el cuadro, el relleno sanitario es la opción más económica y la que los especialistas recomiendan para América Latina y los países en desarrollo. Si el relleno sanitario se lleva a cabo con todas las técnicas de cuidado ambiental, el daño al ambiente es mínimo. El relleno sanitario debe existir siempre cualquiera que sea el método de tratamiento que se seleccione, por ejemplo las grandes plantas de compost siempre tienen un rechazo que puede variar de un 30 a un 50% de basura que entra a la planta y este tiene que ir al relleno. En el caso de los incineradores la ceniza que varía de un 10 a un 15% también tiene que ir al relleno.

Los costos de las plantas de reciclaje y compostaje que se muestran en el cuadro, se refieren a las grandes plantas de reciclaje-compostaje que se construyeron en nuestros países desde la década de los 70s, en las cuales entraba toda la basura de la recolección convencional. Con las técnicas actuales de recolección selectiva estas plantas tienen características diferentes. Los costos de inversión y de operación de las plantas del cuadro se refieren al costo de pasar una tonelada de basura por la planta, y no el costo de producir una tonelada de material reciclado, ni de producir una tonelada de compost.

Por ejemplo la producción de compost en una planta típica en Latinoamérica tendría un retiro de reciclables de un 5% y un rechazo, lo que no sirve para compost ni para reciclables de un 35%. O sea, que pasa al proceso de compost un 60% de lo que entra a la planta. En el proceso de biodegradación y evaporación del agua, se pierde alrededor una tercera parte del peso o sea que la producción de compost sería aproximadamente el 40%, o 400 kg por cada tonelada. O sea que para producir una tonelada de compost tuvieron que pasar 2.5 ton de basura por la planta y el costo de esto sería 60 a US\$100. El compost puede ser fabricado a pequeña escala, para poblaciones de 5 000 a 10 000 hab por métodos más artesanales y a costos más bajos posiblemente de unos 20 a 30 US\$/ton de compost. El mercado para la venta del compost ha sido siempre el problema principal de las plantas en gran escala, ya que se necesitan aplicaciones de 20 a 40 toneladas de compost por hectárea. En general los agricultores de cultivos finos encuentran abonos o fertilizantes alternos por precios de 5 a 10 US\$/ton, por lo que la producción de compost tiene que ser subsidiada. En Brasil, en las ciudades de São Paulo, Rio de Janeiro y Brasília el precio de venta del compost en la puerta de la planta es generalmente de unos US\$ 6 por tonelada. En México las plantas que hubo no lograron crear un mercado fuera del propio del gobierno de la ciudad y el resto se llevaba periódicamente a los rellenos sanitarios. Si el compost se hace más fino y se embalsa para su venta para jardinería, entonces se pueden obtener mejores precios, pero el mercado es limitado. El propio municipio es generalmente el que usa el compost para sus parques y jardines y pero su consumo es generalmente menor que la producción.

En lo económico sucede algo similar con los productos del reciclaje. En las plantas se recuperan como reciclables entre un 4 y un 7% de la basura. El costo referencial de pasar una tonelada por la planta de reciclaje es según el cuadro de 6 a 8 US\$/ton de basura o sea, que si se recupera el 7% habría que pasar 20 toneladas de basura para obtener una tonelada de reciclables, o sea que el costo de pasar esas 20 ton de basura sería de 120 a US\$ 160.

Aspectos económicos y financieros del tratamiento y el reciclaje de RSU **Capítulo 1**

Los valores típicos de compra de los reciclables en América Latina, en las ciudades donde hay un mercado, se muestra en la tabla 1.2. Se observa que los valores de los productos más comunes en el reciclaje: cartón, papel, vidrio, chatarra y plástico, fluctúan entre unos 40 a 100 US/ton. En promedio los segregadores venden una tonelada de reciclables de 50 a 70 US\$/ton

Es decir, que si se comparan los costos con los costos del reciclaje en planta, o con los de la recolección selectiva desde el punto de vista estrictamente económico, hay una pérdida o necesidad de subsidio.

En el siguiente capítulo se verán los aspectos técnicos y las ventajas sociales del reciclaje

Cuadro 1.2 Valores típicos de compra de los materiales reciclados en América Latina

1 Monterrey (98)

2 Buenos Aires (99)

3 Bogotá (99)

4 Lima (99)

5 Santiago (99)

6 Caracas (99)

7 Bogotá (99)

8 Bogotá (99)

9 Bogotá (99)

10 Bogotá (99)

11 Bogotá (99)

12 Bogotá (99)

13 Bogotá (99)

14 Bogotá (99)

15 Bogotá (99)

16 Bogotá (99)

17 Bogotá (99)

18 Bogotá (99)

19 Bogotá (99)

20 Bogotá (99)

21 Bogotá (99)

22 Bogotá (99)

23 Bogotá (99)

24 Bogotá (99)

25 Bogotá (99)

26 Bogotá (99)

27 Bogotá (99)

28 Bogotá (99)

29 Bogotá (99)

30 Bogotá (99)

31 Bogotá (99)

32 Bogotá (99)

33 Bogotá (99)

34 Bogotá (99)

35 Bogotá (99)

36 Bogotá (99)

37 Bogotá (99)

38 Bogotá (99)

39 Bogotá (99)

40 Bogotá (99)

41 Bogotá (99)

42 Bogotá (99)

43 Bogotá (99)

44 Bogotá (99)

45 Bogotá (99)

46 Bogotá (99)

47 Bogotá (99)

48 Bogotá (99)

49 Bogotá (99)

50 Bogotá (99)

51 Bogotá (99)

52 Bogotá (99)

53 Bogotá (99)

54 Bogotá (99)

55 Bogotá (99)

56 Bogotá (99)

57 Bogotá (99)

58 Bogotá (99)

59 Bogotá (99)

60 Bogotá (99)



Capítulo



tratamiento y el reciclaje de RSU

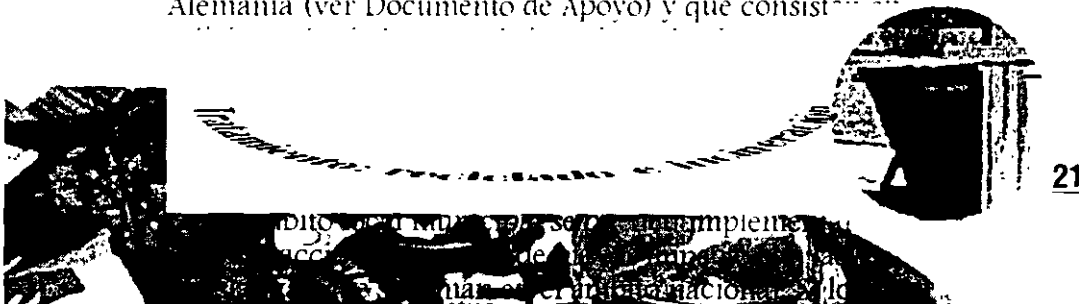
2 Aspectos técnicos y sociales de la minimización y el reciclaje.

2.1 Minimización

Como se menciona en la Agenda 21 (ver capítulo 1 del Documento de Apoyo) la minimización es una de las cuatro áreas programáticas del manejo integral de residuos sólidos urbanos. Consiste en evitar o disminuir la generación de los residuos. Las acciones principales que se pueden realizar para lograr este fin, son:

- Acciones regulatorias de los gobiernos nacionales o estatales que obliguen a los fabricantes de productos a usar menos empaque, embalaje y a solicitar una certificación de cumplimiento (punto verde que se coloca en producto).
- Acciones de la sociedad civil, generalmente como asociaciones de consumidores, para exigir menos empaque y embalaje en los productos para que los consumidores puedan elegir los de punto verde y boicotear los no certificados.
- Concertación voluntaria entre los productores para disminuir la generación de residuos y facilitar su reciclaje, a través de fundaciones u ONGs que ellos apoyan como CEMPRE y SUSTENTA.

Entre los programas más comunes que intentan lograr esto, están el programa DUAL de Alemania (ver Documento de Apoyo) y que consisten en



21

programas son razonables y no muy costosos el principio prioritario de prevenir la generación de basura antes que reciclarla o tratarla se habrá cumplido.

2.2 Reciclaje

El reciclaje puede hacerse de muchas formas, entre las cuales destacan

Plantas mecanizadas tipo reciclaje-compost

En la década de los 70s se comenzó la instalación de plantas en las que los camiones, que realizan una recolección convencional, descargan toda la basura mezclada en la planta y salen tres flujos, los reciclables con mercado, el compost y el rechazo que se lleva a un relleno. Las plantas grandes son generalmente modulares y cada banda de clasificación generalmente tiene una capacidad de 8 a 10 ton/hr. El tipo más usado tiene las siguientes operaciones unitarias

- Pesaje
- Descarga en fosas o patios de almacenamiento
- Mecanismo alimentador al proceso (grúas de polipo o almeja, o tractores de carga frontal)
- Bandas móviles de selección de reciclables a cuyos lados se colocan los segregadores
- Banda móvil superior para retirar los terrenos
- Molino de martillos para moler la basura restante
- Cribas vibratorias que separan los finos, que van al proceso de compostaje, de los gruesos que van como rechazo al relleno
- Proceso de compostaje en pilas de 1.80 m de alto, que se voltean frecuentemente durante unas tres semanas o a biodigestores también rotatorios muy grandes u otros con tiempos de retención de 24 a 48 hrs para después pasar a pilas también. El volteo de las pilas se hace por medio de tractores de carga frontal, unas dos veces por semana las dos primeras semanas y luego cada semana o cada 10 días
- Maduración en pilas (generalmente de dos a tres meses)
- Molineta adicional para producción de compost fino. Solo una porción se muele según el mercado

Aspectos técnicos y sociales de la minimización y el reciclaje. Capítulo 2

- **Proceso de embolsado del cómpost fino.** El cómpost grueso se vende a granel. Las ventajas de este tipo de reciclaje son que disminuye la cantidad de los residuos que van al relleno hasta en un 70%, disminuyendo el uso de suelos y aminorando la contaminación producida por los lixiviados. Otras ventajas son el ahorro de energía y recursos naturales en los procesos productivos, que utiliza mano de obra de los segregadores que antes estaban en los rellenos o basureros y que mejora los suelos agrícolas donde se coloca el cómpost. Las desventajas son que se tiene que pasar toda la basura municipal por la planta, los costos de inversión y operación que son altos, y que la población no participa activamente en el proceso. Existen muchas variaciones sobre este tipo de plantas, por ejemplo la de evitar la fabricación de cómpost y solo tener el proceso de reciclaje como en las grandes plantas de la Ciudad de México. Otra posibilidad es la de establecer plantas de menor tamaño para pequeñas comunidades, que hacen lo mismo que las anteriores pero en pequeña escala, como se ha hecho en Brasil. Los costos en estos casos son siempre mayores que los ingresos.

Depósitos o centros de recepción

Consiste en colocar contenedores, tambores u otros recipientes, en centros estratégicos repartidos por la ciudad a donde se le pide a la comunidad que lleve sus residuos debidamente separados, para colocarlos en los recipientes correspondientes a papel, plástico, aluminio, etc. Las campañas de comunicación social deben ser muy intensas para que los programas tengan éxito y la recolección y limpieza de esos lugares debe ser constante para evitar las quejas de los vecinos. La recolección puede hacerla el municipio, empresas privadas contratadas o preferentemente, las cooperativas de segregadores que se hubieran formado, si ese fuera el caso. Es muy común tener un alto grado de mezcla hasta que se educa bien a la ciudadanía sobre cuales elementos son fácilmente reciclables y cuales no.

23

Un programa muy exitoso es aprovechar las escuelas o colegios como centros de recepción, con la participación de los alumnos. Se tiene que tener cuidado de mantener la limpieza para que no se conviertan en focos de propagación de enfermedades como el dengue, la malaria y otras.

Las ventajas de estos métodos son que los costos de recolección son menores, que se pueden usar con ventaja en barrios de población dispersa, que se pueden usar los espacios de los centros de recepción para publicidad y obtener algunos patrocinios y que la posibilidad de separación en varios recipientes facilita la separación posterior. Los pro

ductos recogidos se llevan posteriormente a un centro de acopio, en ocasiones en el relleno sanitario, donde se separan, se limpian y empacan los materiales para su venta. Estos centros de acopio pueden estar en un solo lugar, en las ciudades pequeñas o distribuidos estratégicamente en las ciudades grandes, sobre todo si se trata de cooperativas de segregadores que usan carreras manuales para la recolección.

Las desventajas de este método son que en los hogares se requieren varios recipientes, que demanda mayor disposición de la población para llevar sus reciclables hasta los centros de recepción, que los centros de recepción sufren actos de vandalismo, que se exige constante limpieza en los centros y que no permite identificar que hogares están cumpliendo con el programa. Los costos son altos cuando el municipio realiza la recolección. Llegado por ejemplo en Buenos Aires a tener costos de US\$ 300 o más por tonelada recolectada de reciclables, lo que excede mucho su valor de venta en el mercado local.

Recolección selectiva de reciclables y materia orgánica, casa por casa

Este método ha empezado a usarse con mayor frecuencia a partir de la década de los 90s, consiste en solicitar a la población mediante fuertes campañas de educación y capacitación que separe su basura dos o tres componentes para no complicar mucho el servicio de recolección normal. Usa camiones compactadores, para la recolección selectiva se tienen que usar vehículos no compactadores paralelamente. En localidades muy pequeñas que normalmente usan camiones no compactadores, estos se pueden adaptar con compartimentos, o tambores, para hacer todo en el mismo camión. Cuando hay cooperativas manuales, estas generalmente pueden pasar poco antes o poco después por la ruta del camión recolector, o bien tener días especiales de recolección de reciclables. En el caso de la materia orgánica, cuando se va a fabricar compost, el peso volumétrico alto que tiene hace más económica su recolección selectiva. En el caso de los reciclables, su bajo peso volumétrico y el no poderlos compactar hace muy cara su recolección. Generalmente los pasos y operaciones necesarios para establecer una recolección selectiva requieren de

- Estudios y reestructuración de las rutas, días y horarios de recolección convencional
- Estudios, rutas, días y horarios de la recolección selectiva
- Selección de quipos de recolección selectiva

Aplicaciones técnicas y sociales de la minimización y el reciclaje

Capítulo 2

- Campaña intensiva de educación ciudadana
- Capacitación del personal de recolección convencional y selectiva (o de las cooperativas de segregadores)
- Establecimiento de centros de acopio y de los equipos de limpieza y empujado y de espacios para almacenamiento temporal.
- Establecimiento de la planta de compost, con o sin vermicultura, si es que se ha decidido llevar a cabo este proceso

Los centros de acopio en los países industrializados, generalmente son grandes plantas de reciclaje donde los materiales mezclados provenientes de la recolección selectiva pasan por bandos automáticos donde se separan al igual que los materiales mecánicamente y otros en forma manual, para su posterior limpieza o molida, y empujado según proceda. En los países en desarrollo, con unido de obra más barata, no se usa mucha maquinaria y estos procesos generalmente se hacen manualmente en espacios libres, solo se usan prensas manuales, o hidráulicas si el volumen lo amerita, y otros equipos sencillos. Los espacios de almacenamiento deben utilizarse para un tiempo limitado de cada subproducto, o lo que los materiales se descomponen según sus vehículos.

Las ventajas de este tipo de reciclaje, además de las ambientales y ecológicas, son las de evitar al mismo tiempo el viaje a los centros de recepción, facilitar la separación en solo dos o tres recipientes o botes, permitir evaluar y medir el grado de participación ciudadana y la identificación de los actores cuando es obligatoria, y que se agiliza la descarga en el centro de acopio. Las desventajas son que requiere de un mínimo de recolección más sofisticada, que la limpieza y separación es más complicada en el centro de acopio, y que los costos son un tanto altos.

Al final de este capítulo se expone un ejemplo de costos de recolección selectiva que ilustra este punto.

Cualquiera que sea el método de reciclaje que se escoja, es muy recomendable que este tipo de proyectos se inicie de manera piloto en ciertos barrios de la ciudad para ir ganando experiencia, y si se tiene éxito y los costos no son exagerados, extiéndalos poco a poco a otras zonas.

2.3 Reciclaje y cómpost en pequeñas comunidades.

En principio todo lo expuesto anteriormente es válido para pequeñas comunidades. Se recomienda al alumno que vea los ejemplos de Colombia (San Vicente) y de Argentina (los ECOCLUBES) que se ven en el Documento de apoyo.

Recolección selectiva y reciclaje en pequeñas comunidades

En lo referente a la recolección selectiva, si el camión o camiones no son compactadores, la recolección selectiva se facilita mucho ya que se pueden colocar compartimentos o tambores en el mismo camión recolector. Si no se puede la recolección de los reciclables y materia orgánica puede recolectarse por separado en una carreta manual, de mulas o jalada por un tractor agrícola o por una camioneta pick-up.

Los reciclables pueden ser separados, limpiados y empacados en un centro de acopio que puede estar en un almacén con guardiana, o en el mismo relleno sanitario. Debe recordarse que debe tenerse un espacio de almacenamiento grande para cada material seleccionado, como para justificar que una carga de camión transportista. Como el tiempo para juntar una carga será grande, se tienen que tener cuidados especiales para no crear en los almacenes focos de infección o reproducción de vectores.

También puede hacerse uso de plantas de reciclaje-cómpost pequeñas, en las que la basura se procesa de igual manera que las descritas en el inciso anterior solo que son menos sofisticadas. Las operaciones unitarias son las mismas, solo que la mayoría de ellas son manuales.

Compostaje en pequeñas comunidades

Si se ha decidido reciclar la materia orgánica a través del compostaje, este proceso puede hacerse por medio de pilas, por lombricultura o por una combinación de ambos.

Las plantas pequeñas donde se recibe toda la basura mezclada se utilizan mucho en Brasil. Según algunos informes una gran cantidad de ellas han sido cerradas por no poder los municipios sufragar los gastos. Generalmente su capacidad es de 20 a 50 ton/día de basura y los procesos son similares a los descritos para las de mayor envergadura.

En las plantas de ciudades donde se hace recolección selectiva, casi siempre son de tipo manual. Por ejemplo las plantas usadas por los ECOCLUBES en Argentina, reciben una o dos toneladas al día, y la operación la realiza un solo hombre manualmente. Las plantas consisten de plataformas de concreto u hormigón de unos tres por cinco metros donde los camiones vacían la materia orgánica y un hombre las apila a pala, para tener pilas de 1.50 a 1.80 m de alto con unos taludes y una base dados por el ángulo de reposo de la basura que es de unos 45 grados, intentando tener una sección trapezoidal. Las plataformas tienen drenes para los líquidos lixiviados que los conducen a fosas sépticas para su tratamiento. Otro modo es hacer pilas de forma conica. Lo importante es tener un alto como el descrito para que la masa de basura en descomposición guarde el calor y destruya a los microorganismos patógenos. En ocasiones se cubre la pila con paja, cuando se tiene problemas con las moscas o hace mucho frío. A los pocos días la temperatura en la pila llega a 60 o 70°C, pero el aire que quedó atrapado habrá sido utilizado por las bacterias que llevan a cabo la degradación y se necesitara voltear la pila para incluir más aire. El volteo de la pila se hace con pala pasando la basura a la siguiente plataforma de modo que la basura que estaba en la superficie quede en el centro de la nueva pila. Al final del proceso se tiene el compost listo, el cual podrá pasarse por un pequeño molino y por unas cribas planas de las usadas para cernir arena en las obras o de preferencia una tipo trommel rotatoria, o para darle una granulometría aceptable, vendiendo el grueso para la agricultura a granel y el fino para jardinería en bolsas, para lo que se deberá contar con una selladora de bolsas de plástico.

Si se desea combinar el proceso con la lombricultura, el compost crudo, es decir el que solo tiene un par de semanas, en lugar de pasar a maduración se lleva a las camas de lombrices. Estas son de varios tipos. Por ejemplo en Argentina se usan unas mallas de tela plástica, con una abertura tal que puedan pasar las lombrices y con un área aproximada de 1.5 x 4 m, cuyos cuatro extremos se amarran a estacas de unos 30 cm para darles forma, y dentro se coloca el compost crudo y se siembra con lombrices, casi siempre de la raza californiana. Cuando las lombrices terminan el sustrato de esa camada de compost ya se habrá colocado una nueva camada inmediatamente después y las lombrices solas emigran a la nueva camada. El compost producido se lleva a los procesos de molienda o cribado al igual que en el caso anterior. Todo el proceso es a cielo abierto y la planta solo tiene un almacén para guardar las herramientas y el equipo.

Si se quiere usar solamente la lombricultura como proceso de compostaje, se puede usar

Capítulo 2

Aspectos técnicos y sociales de la minimización y el reciclaje.

el método de cajas. La planta solo requiere de un techado de tipo industrial para dar sombra. Actualmente se utilizan cajas de plástico de unos 30 x 40cm en los lados, por 20 de profundidad, perforadas en el fondo, muy similares a las cajas que se usan en las tiendas y supermercados. Las cajas se llenan con la basura recién recibida del servicio de recolección selectiva y se colocan sobre el piso, preferentemente de cemento u otro material lavable. Las primeras cajas se siembran con lombrices. Cuando el operario de la planta calcula que las lombrices ya agotaron la comida en esa caja, sobre ella se coloca otra caja con basura fresca para que las lombrices emigren a ella a través de las perforaciones del fondo. La caja inferior se retira cuando ya han emigrado las lombrices, su contenido de compost se vacía al piso, se deja secar si es necesario y posteriormente se muele, se criba, y se embolsa el fino.

2.4 Ejemplo de cálculos de costos en la recolección selectiva.

Supongamos que en una ciudad se ha seleccionado una camioneta pick-up con caja adaptada, no compactadora, de 3 m³ para realizar la recolección selectiva. Supongamos también que esta camioneta realizará una labor que consiste en seguir al camión recolector del ejemplo #1 del Módulo 1 - Capítulo 5. Los datos que aparecen abajo se supone que fueron obtenidos de los estudios previos y de solicitudes de cotizaciones a los fabricantes de equipo. Supongase también que el contratista privado que maneja la recolección convencional tendrá el contrato de recolección selectiva. Para fines del ejemplo supongamos lo siguiente:

Costos de capital

- Camión de 3 m³ de capacidad con costo inicial de US\$30 000
- Vida útil 6 años (las empresas privadas generalmente deprecian en 5 años)
- Intereses 12%

Costos de personal

- un chofer y un ayudante con salarios mensuales de \$200 el chofer y \$150 el ayudante
- Cargas sociales sobre los salarios 50%



Mantenimiento

- Costo de mantenimiento 12% del costo inicial

Consumos

- Consumo de llantas 7 al año con un costo de \$150 c/u
- Consumo de combustible 25 lts de gasolina por turno

Costos de administración

- Gastos de seguros, fianzas y garaje 5% del valor del vehículo en promedio anual
- Costos administrativos y de supervisión 10% del costo directo anual
- Costos de reserva 15% anual de los costos directos

Utilidad

- Utilidad si el servicio es contratado a empresas privadas 20% de los costos directos. Si el servicio es municipal se puede omitir este costo

Datos sobre la generación y características de la basura.

- Generación total por capita 0.77 kg/hab/día
- Análisis de la capacidad de separación de reciclables de la población 6% del total
- Peso volumétrico de los reciclables 125 kg/m³.

a) Costo anual del vehículo

a 1 Costo de capital

La amortización del capital se obtiene con el factor de recuperación del capital (ver

Capítulo 2*Aspectos técnicos y sociales de la minimización y el reciclaje*

Documento Apoyo Cap 6)

El factor de recuperación del capital (FRC) será

$$FRC = [i(1+i)^n] / [(1+i)^n - 1] = [0.12(1+0.12)^6] / [(1+0.12)^6 - 1] = 0.237 / 0.974$$

$$FRC = 0.24323$$

Nota: el FRC puede ser obtenido de las tablas amortización que se pueden encontrar en los libros sobre ingeniería económica o de economía. A las tablas se entra con el interés "i" y la vida útil "n".

y la amortización, que incluye la depreciación y los intereses, será

$$A = 0.24323 \times 25.000 = \text{US\$ } 6.081 \text{ por año}$$

a.2 Costos de personal

$$\text{Chofer} = 200 \times 12 = \$2.400 \text{ por año}$$

$$\text{Ayud} = 150 \times 12 = \$1.800 \text{ por año}$$

$$\text{Cargas Soc} = \$4.200 \times 0.5 = \$2.100 \text{ por año}$$

$$\text{Total personal} = \$6.300 \text{ por año}$$

a.3 Costos de operación

Aspectos técnicos y sociales de la minimización y el reciclaje.

Capítulo 2

a) Mantenimiento

M = factor mant x Coste inicial = 0.12 x 25 000 = 3 000 por año

b) Consumos

Combustible = 25 R x 310 días/año x 100 \$/lt = \$ 7 750 por año

Llantas = 7 x 100 = \$ 700 por año

Suma de costos directos es \$ 17 756

a 4 Costos de administración

Seguros, fianzas, etc. = 0.05 x 25 000 = \$ 1,250 por año

Administración = 0.10 x 17 756 = \$ 1 776

Costos reserva = 0.15 x 17 756 = \$ 2 664

Costo Admón = \$5 690

a 5 Utilidad

$U = (\text{Costos directos} - \text{costos indirectos}) \times 0.20 = (17 756 - 5 690) \times 0.2 = 23,746 \times 0.2$

$U = \$4 689$

Costo total anual del camión = \$28 435

Capítulo 2

Aspectos técnicos y sociales de la minimización y el reciclaje

b) Rendimiento o productividad del camión

La productividad del camión se define como la cantidad de toneladas que recoge por unidad de tiempo. La unidad de tiempo puede medirse por turno, por día, por semana o por año. Para que las unidades sean congruentes con los cálculos de costos anteriores, utilizaremos el rendimiento medido en toneladas recolectadas por año.

El camión recolector convencional cargaba una cantidad de 10.12 toneladas de basura o sea el equivalente de 3 057 casas de 4.3 personas que generan 0.77 kg c/u. Como ahora ese camión solo recogerá el 94% de eso, porque los reciclables que son el 6% serán separados, entonces el número de casas servidas por el compactador en un turno serán de 3 252 para que se alcancen las 10.12 ton de su capacidad por turno. O sea que el ahorro en la recolección convencional, debido a la recolección selectiva consiste en que el camión compactador ahora podrá dar servicio a 195 casas adicionales.

La camioneta para reciclables deberá levantar en un turno, el 6% del total o sean 0.646 ton/día.

Rendimiento por año $R_a = 0.642 \text{ ton/día} \times 312 \text{ días/año} = 200 \text{ ton/año}$

c) Costo unitario por tonelada

Con los costos anuales obtenidos y el rendimiento anual se calcula fácilmente el costo unitario como sigue:

$CU = \text{Costo anual vehículo} / \text{Rendimiento anual} = \$ 28435 / 200 \text{ ton} = \$ 141 \text{ por ton}$

d) Tarifa media de recolección

La tarifa de recolección de recolección convencional se verá reducida por servir el



• Persones per família habitant = 4,3

La produccion mitjana de basura en la recollida convencional era de 1,21 ton/fam/any. Ara sense els reciclables sera

$$\text{Prod. Anual Família} = 0,724 \times 4,3 \times 365 = 1,136 \text{ kg} = 1,136 \text{ ton/fam/any}$$

El cost de recollida per família en la recollida convencional era de \$34,36 per any. El cost de recollida per família ara sense els reciclables

$$\text{Coste anual per fam} = 1,136 \text{ ton/fam/any} \times 28,40 \text{ \$/ton} = \$32,26 \text{ per fam al any}$$

El cost de la part reciclable per família ara

$$\text{Produccion per família de reciclables} = 0,05 \times 0,77 \times 4,3 \times 365 = 72,5 \text{ kg/any}$$

$$\text{Coste fam any} = 0,0725 \text{ ton/fam/any} \times 141 \text{ \$/ton} = \$10,22$$

$$\text{El valor de venda de los } 72,5 \text{ kg que produce una familia sera} = 0,0725 \text{ ton} \times 60 \text{ \$/ton} =$$

$$\$4,35, \text{ o sea que la familia al usuario por recollida selectiva sera de} = 10,22 - 4,35 = \$$$

$$5,87, \text{ que si la sumamos a la de convencional da una tarifa total de} = \$5,87 + \$32,26$$

$$= \$38,13 \text{ o } \$3,18 \text{ per mes.}$$

Asi las tarifas comparadas entre recollida convencional y selectiva serian:

Los datos anteriores son para una eficiencia de separacion de 6% y suponiendo una participacion del 100% de los hogares, lo cual no es facil de lograr. A los costos anteriores deberiam agregar los costos de los centros de acopio y del compost si se desea incluir este proceso. Los promotores del cambio a recollida selectiva deben incluir entre los conceptos Municipales el aumento de tarifas de un 11% con las ventajitas sociales y politicas que tienen este tipo de proyectos.

Capitulo



Tratamiento: reciclado e incineración.

3. Materiales recuperables. Tratamiento.

Como se anticipara en un comienzo, existen diversos tipos de materiales que conforman los RSU

El tipo de material definirá las posibilidades de tratamiento, ya sea a través de la recuperación y/o reciclaje, o de la incineración.

Específicamente para la recuperación, los materiales más utilizados son el aluminio, el papel y el cartón, el plástico y el vidrio

3.1. Latas de aluminio.

¿Por qué ha llegado a tener tanto éxito el aluminio en Latinoamérica comparándolo con otros materiales tales como, papel de periódico, vidrio y plásticos?

El papel de periódico, el vidrio y el plástico usado, deben competir con las materias primas utilizadas para su fabricación, y estas materias vírgenes son abundantes y baratas. Por contrapartida, el mineral de aluminio debe ser importado. Otra razón radica en que la industria del aluminio reconoció las ventajas de un mercado doméstico y estableció la infraestructura necesaria para su transporte y procesamiento. Una infraestructura comparable no existe todavía para el resto de los materiales reciclables

Este material tiene sentido para los productores desde el punto de vista económico, por varias razones

- La mayor parte de la bauxita necesaria para producir aluminio nuevo tiene que ser importada (los productores importantes son Jamaica, Australia, Surinam, Guyana y Guinea) y hacen falta 4 Kg. de bauxita para producir 1 Kg. de metal nuevo.
- La energía necesaria para producir una lata a partir de aluminio reciclado es menor que el 5 por ciento de la energía necesaria para producir una lata a partir de materias primas.
- Las latas recicladas son de una composición uniforme y conocida, y las impurezas son separadas fácilmente.
- Permite que los fabricantes de latas de aluminio puedan competir favorablemente con los fabricantes de vidrio y de metales. Casi todos los recipientes metálicos de cerveza y el 93 por ciento de las latas de refrescos son de aluminio



Capítulo 3

Materiales recuperables Tratamiento.

3.1.1. Posibilidades de reutilización.

Las latas de aluminio pueden provenir de centros de recompra o de centros de recolección para la recuperación. También pueden provenir de personas que de forma independiente recogen este material para posteriormente venderlo. Algunos países desarrollados cuentan con depósitos obligatorios para recipientes de bebidas y han establecido centros de depósito en los supermercados. Los chatarrerios también compran artículos de aluminio fundidos y forjados, tales como muebles de jardín, tuberías, contrapuertas, umbrales, marcos de ventanas, recubrimientos, canalones, herramientas eléctricas y piezas de baterías de cocina. Los fabricantes de aluminio completan el ciclo a través de contratos con recicladores independientes, chatarrerios, otros fabricantes de aluminio y desmontadores de automóviles. Las aleaciones y la chatarra de aluminio que no proceden de recipientes no se aceptan junto con las latas de aluminio porque estas son de elevada pureza proporcionando lingotes de 99,9% de aluminio, los que son aceptados a muy buen precio por industrias muy exigentes como la automotriz.

3.1.2. Especificaciones para latas de aluminio recuperado.

Los centros de recolección y otros compradores, aceptan todas las latas que están libres de una contaminación excesiva, como puede ser la generada por la suciedad y los residuos de comida. Los compradores compactan y empaquetan el material según las especificaciones que cada fábrica realiza sobre las dimensiones, peso y número de bandas, a su vez las fábricas mandan "informes de notas" a sus suministradores, informándoles de las deficiencias. La mayoría de los centros comunitarios de recuperación no aceptan papel de aluminio usado porque normalmente está contaminado, pero algunos grandes compradores lo aceptan si está razonablemente limpio.

3.2. Papel y cartón.

Por su peso, el papel constituye un componente importante de los residuos sólidos urbanos. En consecuencia, se puede pensar que un incremento en la recolección del papel representaría una ocasión relativamente fácil para desviar materiales de los vertederos, reutilizar fibras, reducir el impacto sobre los bosques y reducir el consumo de energía. Desgraciadamente, solo se puede reutilizar una parte del papel desechado, debido principalmente a consideraciones económicas y de logística.

- la fibra virgen es abundante y relativamente barata donde hay extensos bosques,
- muchos centros urbanos están localizados a largas distancias de las fábricas de papel y
- la capacidad de las fábricas para destinar y reutilizar el papel usado es limitada.

3.2.1. Posibilidades de reutilización.

En las fábricas de papel siempre se han reciclado productos dañados y rechazos de transformadores (plantas de fabricación de productos de papel) porque el material es de una composición conocida, normalmente sin impresión, y a menudo, puede utilizarse como sustituto directo de la pulpa. Los fabricantes de papel compran el papel residual usado basándose en la fuerza, el brillo y el rendimiento de la fibra, según el tipo de producto fabricado.

Los principales tipos de papel actualmente reciclados son: papel de periódico, cartón ondulado, papel de alta calidad y papel mezclado.

- **Papel de periódico.** Se lo puede dividir en cuatro calidades de papel reciclado, la clase destintador, el papel higiénico, pañuelos de papel y papel de más alta calidad, mientras que las otras clases se utilizan principalmente para producir cartón y productos para la construcción. También se puede utilizar para papel de periódico reciclado o en calidad baja para la conversión en cartón y contenedores ondulados o para aislante de celulosa y camas de animales.
- **Cartón ondulado.** El cartón ondulado es la fuente individual más grande de papel residual para la recuperación. Los mercados para el cartón empacado de buena calidad han sido históricamente estables y muchos generadores comerciales, como supermercados y otros comercios, manejan suficientes cajas como para justificar empacadoras propias. Las cajas de cartón ondulado recuperadas se utilizan principalmente para fabricar material (lámina o medio) para las nuevas cajas de cartón (lámina se refiere a las capas exteriores, medio es la capa interna ondulada).
- **Papel de alta calidad.** Los papeles de alta calidad usados incluyen papel de informática, papel de cuentas blanco y coloreado, (papeles de hilo para máquinas de escribir y otros papeles), libros guillotados (es decir, con los dorsales y tapas separadas) y papel de reproducción. El mercado para este material ha sido históricamente estable, porque el papel de buena calidad (es decir, sin tratamiento, no satinado y que contiene un alto porcentaje en fibras largas) puede sustituir directamente a la pulpa de madera o puede ser destintado para producir papel higiénico o papeles de hilo de alta calidad.
- **Papel mezclado.** El papel mezclado no se limita por los cubrimientos o los contenidos de fibras sino que se limita por los papeles no aptos (tales como papel carbono) a un 10 por ciento. El papel mezclado puede estar formado principalmente por periódicos, revistas y diversos papeles con fibras largas. Normalmente el papel mezclado se utiliza para producir cartón para cajas y productos prensados misceláneos. Un grado más alto, el supermezclado, se limita a menos del 10 por ciento de pulpa de madera y a menudo, se utiliza como una calidad de destintamiento.



Capítulo 3

Materiales recuperables. Tratamiento.

3.2.2. Usos importantes del papel.

Las cuatro calidades principales de papel presentados anteriormente se combinan frecuentemente en tres categorías según su forma de procesamiento o el tipo de producto final, sustitutos de pulpa, calidad de destintamiento, calidades brutas, aunque también puede tener otros usos

- **Sustitutos de pulpa** Son los papeles que pueden añadirse directamente a una pulpería de papel sin tratamiento. Por lo general, las fabricas de papel prefieren residuos industriales limpios de los transformadores, el residuo más frecuentemente utilizado es el papel de impresión sin pasta de madera.
- **Calidad de destintamiento** Estos son papeles recuperados que se convierten en pulpa, se destintan químicamente y se blanquean con cloro antes de introducirlos en la masa principal de la pulpa. Las calidades típicas son papel de periódico destintado y papeles de mejor calidad no aptos para ser usados como sustitutos directos de la pulpa, como papel de cuentas coloreado y papel de cuentas blanco impreso. La mayor parte del papel destintado se utiliza para producir papel de periódico, papel higiénico, servilletas, rollos de cocina y cartón de cajas de alta calidad.
- **Calidades brutas** Son papeles recuperados que se utilizan sin destintarse para producir cartón de cajas, lamina y medio para cajas de cartón ondulado, cartón comprimido, y productos de construcción como papel de fieltro y tabla de fibra prensada. Las calidades brutas incluyen: papel de periódico, ondulado y papel mezclado. Estos papeles forman la mayor parte del flujo de residuos y teóricamente, se pueden desviar de los vertederos, pero la demanda actual en el mercado y la potencial para la recuperación están limitadas por la capacidad de las fabricas.

Además de los usos citados anteriormente, el papel dispuesto para la recuperación también puede usarse en la elaboración de productos de construcción como combustible derivado de residuos, o para la exportación.

- **Productos de construcción** El papel de periódico y el papel mezclado se utilizan para fabricar cartón de yeso, material suelto de aislamiento y aislamiento espolvoreado y papel saturado de fieltro en tejados. La fabricación de aislamientos de celulosa proporciona otra utilización posible para los periódicos usados, los mercados extras son importantes porque se cree que el suministro de papel de periódico se va a incrementar como consecuencia de los programas obligatorios de reciclaje.
- **Combustible derivado de residuos (CDR)** Durante años, el CDR se ha producido a partir de residuos sólidos urbanos y son varias las empresas que actualmente producen cantidades limitadas de CDR en forma de pelets hechos con papel mezclado. Los mercados potenciales son las plantas existentes alimentadas con combustible biomasa y otros usuarios industriales, dependiendo de la proximidad de las plantas de pelets y los costos de transporte.

3.2.3. Mercados para el papel reciclado.

Los fabricantes de papel adquieren papel residual usado mediante la compra directa o mediante intermediarios independientes, ambos, consiguen suministros de oficinas gubernamentales, negocios y corporaciones, centros de recogida de materiales, y comerciantes de materiales usados. Los compradores de papel requieren normalmente la entrega en sus locales, aunque algunos realizarán la recogida si las cantidades lo merecen. Los grandes compradores pueden proporcionar contenedores a los clientes de altos volúmenes y hacer recogidas en horarios regulares.

3.3. Plásticos.

Aunque los consumidores han utilizado los plásticos durante casi 50 años, su uso para envases se ha incrementado enormemente en los últimos 20 años y para el año 2000 se espera un incremento del 70 por ciento. El crecimiento en el uso de los plásticos se ha producido sobre todo para envases de productos de consumo ya que los plásticos han sustituido, en gran parte, a los metales y al vidrio como materiales para recipientes y al papel como material de embalaje. Ello en razón de sus ventajas: son livianos, duraderos y a menudo, proporcionan un recipiente más seguro; pueden presentarse en diversas formas y pueden ser fabricados para que sean flexibles e rígidos; son buenos aislantes, y son aptos para ser usados con materias húmedas y expuestas a nuevas tecnologías, por ejemplo, microondas.

Aunque los materiales plásticos pueden conformar un porcentaje medio (cerca del 6% en América Latina y el Caribe) del peso de los RSU, conforman un porcentaje algo mayor en volumen. Constituyen un problema en vertederos porque no se descomponen fácilmente. A menudo se sugiere que las industrias de plásticos deberían sustituir los envases de este material por productos de papel o vidrio u otros biodegradables. La mayoría de los consumidores disfrutan de los beneficios de los plásticos y reconocen que el reciclaje es una solución razonable.

3.3.1. Tipos de plásticos y posibilidades de reutilización.

La mayoría de los fabricantes de envases de plástico codifican ahora sus productos con un número del 1 al 7, que representa las resinas más comúnmente producidas, lo que facilita la separación y el reciclaje (Ver Figura D). Las alternativas de reutilización para cada uno de estos tipos de resinas se exponen a continuación.

Capítulo 3

Materiales recuperables Tratamiento.

Figura 1: Clasificaciones, códigos de identificación de los plásticos comunes.



Su recuperación es muy limitada frente a una utilización creciente en la fabricación de envases.

- Politereftalato de etileno (PET) En la actualidad la molinda de botellas de PET es usada mezclada con cemento, para rellenar contenedores que son arrojados al mar como una forma de ganarle terreno. El principal comprador es Hong Kong, pero el precio de venta no llega a cubrir los costos de moler las botellas. Sin embargo, esto es exigido por la legislación vigente en algunos países en que no está permitido el enterramiento en vertederos controlados de las botellas sin moler debido al gran volumen que ocupan.

Como salida a este problema se están utilizando tecnologías muy avanzadas y complejas, de un altísimo costo (en especial para nuestros países) que consisten en descomponer el PET en sus elementos constitutivos, es decir, etilenglicol y ácido tereftálico, para luego recombinarlos, obteniendo así PET de calidad virgen para la fabricación de botellas aptas para contener líquidos para el consumo humano (refrescos, aceites, etc.).

Tanto el PE-HD (polietileno de alta densidad) como el LD (baja densidad) se clasifican según el proceso para el que son aptos, es decir:

- Para extrusión: Cuando los productos a obtener sean del tipo de bobinas como sachet para leche, bolsas de residuos, etc.
- Para soplado: En la fabricación de botellas, bidones y todo tipo de envases.
- Para inyección: En la fabricación de baldes, fuentes y toda clase de piezas realizadas en inyectoras.

Para conservar la calidad cuando se produce PE-HD recuperado, los procesadores no mezclan diferentes tipos de resmas, pero sí es tolerable la mezcla de una misma resma con diferentes índices de fundición.



Los artículos de consumo más frecuentemente producidos a partir de PE-HD reciclado son botellas de detergentes y recipientes para aceite de motor. El PE-HD se utiliza también para envolturas protectoras, bolsas de plástico, tuberías y productos moldeados como juguetes y cubos.

- Policloruro de vinilo (PVC). Se utiliza ampliamente para el empaquetamiento de comida, aislamiento de cables y alambres eléctricos y para tuberías de plástico. Los productos que se obtienen a partir de PVC reciclado incluyen recipientes que no son para comidas, cortinas, recubrimientos para techos de camiones, alfombras de plástico para laboratorios, azulejos de suelo, tuberías de riego, nidos para plantas y juguetes. Hay un enorme potencial de mercado para fabricar tuberías de drenaje, accesorios, molduras, láminas y piezas moldeadas por inyección, a partir de PVC reciclado.

Aunque el PVC usado es una resina de alta calidad que necesita poco o ningún tratamiento, actualmente se recicla muy poco ya que los costos de recolección y selección son prohibitivos. El mayor problema se presenta en estos países. Hasta la fecha, la mayor parte de la selección se ha hecho a mano, basándose bien en los códigos de identificación o bien en la línea 'sonrisa' característica del fondo de las botellas de PVC moldeadas mediante soplado. Se ha invertido para investigar acerca de la selección, incluso se han empleado procesos electromagnéticos para detectar cloro en los plásticos, y utilizado técnicas de radiación, pero ningún proceso, de momento, es rentable para su explotación a escala real.

- Polietileno de baja densidad (PE-LD). Para su producción se recupera del empaquetamiento de comida, bolsas de basura, pañuelos desechables, agricultura y construcción. La mayor parte de la película de este plástico termina en el flujo de residuos y aunque no contribuye mucho al volumen del vertedero, varios estados han considerado la prohibición de enterrar bolsas de plástico y pañales desechables. En consecuencia, la industria está bajo presión para recoger y reciclar los productos de película de PE-LD y PE-HD. Además, otros procesadores de polietileno, que normalmente utilizan alimentación rígida, están incrementando su esfuerzo para reciclarla.

Las bolsas se seleccionan manualmente para separar contaminantes, se procesan mediante granulización, lavado y pelletización. El mayor problema es que las tintas de impresión en las bolsas originales producen un recuperado de color oscuro, la solución ha sido la utilización de colorantes oscuros (como en las bolsas para recortes de césped y de basura) o la impresión sobre el color mezclado. Otros usos de PE-LD son los protectores de plástico utilizados por los camiones, donde las cuerdas y cables tocan el cargamento y productos de plásticos mezclados (PE-HD, PE-LD y PP).

Capítulo 3

Materiales recuperables Tratamiento

- Polipropileno (PP). Se lo utiliza para cajas de baterías de automóviles, tapas de recipientes, etiquetas de botellas y bidones, y en menor parte, para envases de comida. La mayor parte del polipropileno se deja en copos mezclados, utilizados solamente para productos de bajas especificaciones como tabla de plástico, muebles de jardín, pilotes, postes y vallas. Los procesadores de baterías acidas de plomo también recuperan polipropileno para usarlo en las nuevas baterías

- Poliestireno (PS). Los productos más comunes de PS espumado son los envases de comida rápida en forma de concha y almendra, platos, bandejas para carne, tazas y material rígido de empaque. Otros artículos comunes PS (alto impacto) son cubiertos para comida, vasos transparentes para beber, recipientes colorados para yogur y queso blando, que se producen mediante molde de extrusión e inyección.

Según la industria de plásticos, el PS constituye un muy bajo porcentaje del peso y volumen de los RSU y por lo tanto, no merece la mala reputación que ha adquirido. Los centros no están de acuerdo, señalando que gran parte del empaquetamiento no es necesario y han solicitado una legislación que reduzca o elimine los productos de espuma. Algunas prohibiciones están ya en vigor, en algunos países.

Los diferentes tipos de envases o contenedores de servicio de comida de PS pueden recuperarse por separado o juntos. Un proceso típico incluye selección semi-automática, molido, lavado, secado y pelletización. La tabla muestra de espuma se procesa de forma distinta, se rompe la espuma sin calor, para formar una mezcla, después se rega con agua y se corta en pellets. El poliestireno reciclado se utiliza para fabricar tabla de espuma aislante de cimentación, accesorios de oficina, recipientes de basura, aislamiento, juguetes y productos de moldeado por inyección. En general los fabricantes, están satisfechos con la esma recuperada, pero quizás, los procesadores requieren subvenciones para cubrir los costos de recogida, selección y transporte.

- Plásticos mezclados y multiamidados (otres). Los fabricantes también utilizan resinas y recipientes multiamidados comunes, para envases, pedretes y comidas que tienen recipientes especiales (p.ej., Ketchup y mayonesa). Estos recipientes no tienen como producto recuperado porque no hay mercado. Sin embargo, los recuperadores están utilizando flujos mezclados de plásticos usados especialmente polietileno y polipropileno) para producir resinas para los fabricantes de productos grandes que no requieren especificaciones estrictas de arena, tales como bancos de jardín, mesas, deteneres para coches, postes para vallas, pelotas y estacas. Como los plásticos no están seleccionados, los recuperadores normalmente pueden obtener los materiales a un costo muy bajo. El PET se mantiene fuera del reglamento porque se funde a temperaturas más altas que las otras resinas y forma inclusiones en el producto final.

3.3.2. Proceso de reciclaje de plásticos.

Este proceso atraviesa diversos pasos desde que el material proveniente de los centros de recolección es ingresado a la planta de reciclaje en forma de bala, hasta que es devuelto en forma de pellets, formato para ser nuevamente utilizado.

- **Clasificación:** es quizás el paso más importante del proceso, ya que una incorrecta clasificación es muy difícil de corregir durante el resto de las etapas que sigue el material hasta la obtención de pellets, y como resultante tendremos resinas mezcladas de baja calidad y muy limitadas en cuanto a su demanda.

El PP se separa sin tener en cuenta el tipo de resina ya que el uso posterior es en productos que no requieren una gran calidad de materia prima.

El PS Alto Impacto y el PVC tanto rígido (cañerías de drenaje, piezas moldeadas, etc.) como flexible (mangueras, suelas de zapatillas, juguetes, etc.) son considerados impurezas y por lo tanto desechados.

Estos materiales es decir PS y PVC juntamente con el PET solo se procesan en caso de provenir de rezagos de fábrica.

- **Molienda:** el material proveniente de la clasificación es reducido a una granulometría (tamaño) determinada aproximadamente 1", para disminuir su volumen y permitir el paso siguiente.
- **Lavado:** la molienda es introducida en piletones con agua y algún tipo de desengrasante (preferentemente que no produzca espuma ya que la misma retiene suciedad y flota junto con el plástico lavado) de ser posible cloro ya que le agrega su poder desinfectante.

Los piletones tienen agitadores que mueven el material durante un tiempo determinado. Luego se lo deja asentarse para permitir que los materiales adicionales, que puedan haberse pasado durante la clasificación y que son de un mayor peso específico que el plástico, se precipiten al fondo de los piletones. El plástico limpio, que flota en la superficie por tener menor densidad que el agua es retirado pasando a la etapa posterior.

- **Secado:** se utilizan secadores centrifugos con aporte de calor para reducir el contenido de humedad a un 0,5% aproximadamente.
- **Remolido:** se reduce la granulometría del material ($\phi \approx 1/32"$ o 1 mm) aproximadamente para introducirlo en la extrusora, la que realiza el paso final del proceso.
- **Extrusión:** el material remolido es introducido en una tolva que alimenta un tornillo sin fin, el que gira dentro de un tubo de igual diámetro interno que el diámetro exterior del tornillo. El cilindro se calienta hasta la temperatura deseada para fundir el plástico, mediante resistencias eléctricas cilíndricas que lo envuelven.



Capítulo 3

Materiales recuperables. Tratamiento.

Esta temperatura varía según la zona del cilindro y según la resina que se quiera procesar. El control se realiza mediante pirómetro que mantiene la temperatura en el nivel deseado.

En el extremo del tornillo se encuentra una criba que permite el paso del plástico fundido y retiene las impurezas sólidas que pudieran quedarle. La criba se cambia periódicamente por otra limpia y se continúa el proceso.

Luego de pasar por la criba, el plástico fundido fluye a través de una boquilla que tiene una serie de orificios de aproximadamente 5 mm., tomando el aspecto de fideos largos, los que son cortados por una cuchilla giratoria en segmentos de 3 mm. que caen en un baño de agua donde pierden temperatura y se solidifican.

Estos segmentos, denominados pellets, se secan hasta 0.5% de humedad y se envasan para su envío.

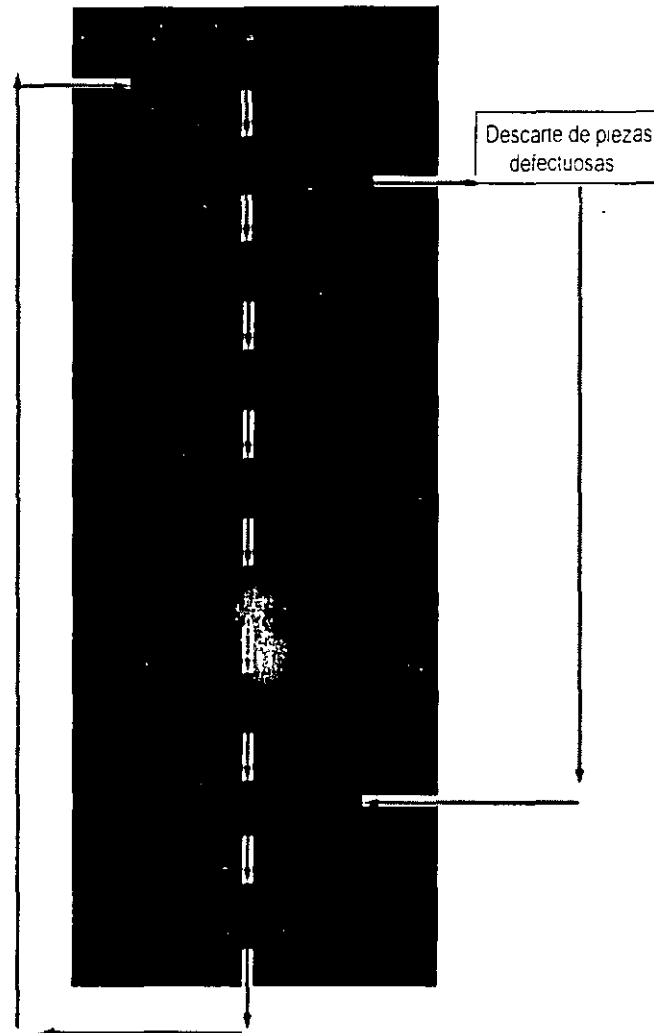
3.3.3. Especificaciones para plásticos recuperados.

Los grupos de empresarios que representan a fabricantes y procesadores han establecido especificaciones para los plásticos reciclados. Estas especificaciones son extensas y están fuera del alcance de este Módulo. Por lo general, los compradores requieren que el plástico usado esté bien seleccionado, razonablemente libre, otros plásticos que son considerados impurezas, libre de un exceso en humedad y empacado dentro de un rango especificado de tamaño y peso. Una mala separación por tipos de resina es un problema importante, porque los regranuladores no quieren contratar gente extra para separar materiales no deseados. Es inevitable algo de contaminación, pero los compradores reducen los precios de oferta si el cargamento está muy contaminado o mal separado. Si el suministrador sigue entregando cargamentos mal seleccionados, los procesadores pueden incluso rechazar la entrega, como norma general, dado que los procesadores necesitan materiales, generalmente dan una oportunidad razonable a los suministradores para que resuelvan los problemas.

A continuación desarrollamos un esquema con el ciclo que se sigue para recuperar plástico, a modo de ejemplo de un proceso general de recuperación.

Esquema N° 1: Ciclo de Recuperación de Materias Primas (Reciclaje).

Tomaremos el ejemplo de botellas plásticas de PE-HD para el envasado de detergentes, lavandinas, etc



Capítulo 3 *Materiales recuperables. Tratamiento.*

3.4. Vidrio.

El vidrio recuperado está compuesto mayormente por vidrio de botella o recipiente blanco, verde o ámbar; y además de vajillas de cristal y vidrios en planchas.

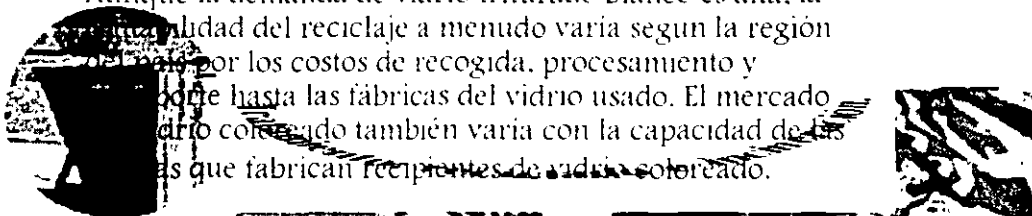
3.4.1. Posibilidades de reutilización.

Casi todo el vidrio reciclado se utiliza para producir nuevos recipientes. Los nuevos recipientes pueden incluir hasta el 100% del vidrio usado o del vidrio triturado reciclado de operaciones de fabricación. Se emplea una menor cantidad para hacer lana de vidrio o aislamiento de fibra de vidrio, material de pavimentación ("glasphalt" <mezcla vidrio-betún>) y productos de construcción como ladrillos, azulejos de madera, terrazo y hornugón ligero espumado.

- Botellas y recipientes de vidrio. Los fabricantes de recipientes de vidrio prefieren incluir vidrio triturado junto con materias primas (arena, ceniza de soda y cal) porque así se pueden reducir significativamente las temperaturas de los hornos. Los fabricantes están dispuestos a pagar precios un poco más altos por el vidrio triturado que por las materias primas rotas o defectuosas, debido a que tiene una composición conocida y al estar libre de contaminantes permite ahorros de energía y una vida más larga del horno. La desventaja de usar vidrio usado triturado reside en que casi siempre contiene contaminantes que pueden alterar el color o la calidad del producto. En el caso del vidrio verde, su color proviene de la oxidación con OFE (óxido ferroso o férrico) contenido en la tierra que hay en los trozos de vidrio.

Aunque la demanda de vidrio triturado blanco es alta, la calidad del reciclaje a menudo varía según la región por los costos de recogida, procesamiento y transporte hasta las fábricas del vidrio usado. El mercado del vidrio coloreado también varía con la capacidad de las fábricas que fabrican recipientes de vidrio coloreado.

48



- Fibra de vidrio. La industria de fibra de vidrio utiliza vidrio triturado como parte integral de la fabricación, pero como las especificaciones son muy estrictas, casi todo el vidrio triturado procede de operaciones propias o de otros fabricantes de vidrio. Para acomodar el incremento al reciclaje, los mayores

- Otros usos El vidrio no seleccionado por el color es aceptable para la fabricación de glassphalt y materiales de construcción, aunque primero se deben separar contaminantes como metales ferreos, aluminio y papel, mediante procesos magnéticos y en vacío. El interés en usar el vidrio como material de pavimentación ha fluctuado a consecuencia de los altos costos del procesamiento y del transporte del vidrio hasta las plantas de asfalto y por la necesidad de cal hidratada para aumentar la adhesión. Es más, el producto final no es superior al material de pavimentación hecho con materiales convencionales. Probablemente habrá más interés en el glassphalt como consecuencia de la legislación que obliga a la desviación de residuos fuera de los vertederos.

3.4.2. Especificaciones para el vidrio recuperado.

Normalmente se debe seleccionar por color el vidrio que se va a utilizar para hacer nuevas botellas y recipientes y no debe contener contaminantes como suciedad, piedras, cerámicas y restos de baterías de cocina para altas temperaturas (como Pyrex™ u otras vajillas de cristal). Estos materiales, conocidos como materiales refractarios, tienen temperaturas de fundición más altas que el vidrio de recipientes y forman inclusiones sólidas en el producto final. El vidrio "plano" (de ventanas) afecta el gradiente de viscosidad del vidrio fundido, lo que impide su uso en la fabricación de envases, pero sí es apto para fabricar nuevamente vidrio plano. Cuando se entrega en una planta de fabricación el vidrio triturado que se va a utilizar para nuevos recipientes, se lo somete a pruebas para determinar los contaminantes y los materiales refractarios. La presencia de materiales prohibidos puede ser razón suficiente para rechazar la totalidad del cargamento.

Las especificaciones para el vidrio triturado utilizado en la fabricación de fibra de vidrio requieren vidrio blanco con pocos orgánicos, metales o materiales refractarios. Solamente se puede usar una pequeña cantidad de vidrio de recipiente, se prefiere el vidrio en planchas porque la composición química es más cercana a la de las materias primas y a la del propio vidrio triturado.

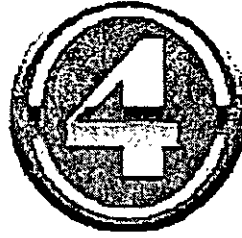
Capítulo 3 *Materiales recuperables. Tratamiento.*

3.5. Metales férreos (hierro y acero).

El porcentaje de estos metales en los residuos ha disminuido algo durante la última década porque los recipientes de acero para bebidas han sido sustituidos por recipientes de aluminio y plástico. Los bienes de consumo que normalmente no se desechan en los RSU pero que sí están disponibles para su recuperación, incluyen: aparatos domésticos e industriales (bienes de línea blanca), electrodomésticos rotos o viejos y automóviles. Otras fuentes de acero son: tubería cortada o vieja, materiales desechados de la construcción, chatarra industrial y virutas de talleres de mecánica, rechazos de la construcción, puertas de acero, despachos, estanterías, bicicletas, etc. La demanda de chatarra de acero está relacionada con la economía global y con la demanda de coches nuevos, de máquinas-herramienta y de equipamiento pesado de construcción.

- Posibilidades de reciclaje. Las principales categorías de metales férreos actualmente recuperados de los RSU son botes de hojalata y chatarra metálica y su mayor uso se encuentra en la industria metalúrgica pesada para la producción de aceros. El 45% de la producción mundial proviene de la chatarra.

Capitulo



Tratamiento: reciclado e incineración.

4. Fracción orgánica de RSU.

Los componentes que constituyen la fracción orgánica de los RSU son: residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, goma, cuero, residuos de jardín y madera. Pueden reciclarse todos estos materiales, bien separadamente, o de forma no seleccionada. Se pueden seleccionar los componentes mediante la separación en origen o en planta, también pueden recuperarse de los RSU en forma no seleccionada mediante la separación de inorgánicos. La elección del método de recuperación estará condicionada por el uso del material o producto final. Los materiales separados en origen, como ya dijimos, contienen menos contaminantes y exhiben propiedades físicas y químicas diferentes de los componentes no seleccionados. Las posibilidades de reciclaje y las especificaciones para los materiales no seleccionados que conforman la fracción orgánica de los RSU, son considerados en la siguiente presentación.

Las principales posibilidades de reciclaje para los materiales de la fracción orgánica de los RSU son la producción de:

- compost
- metano
- compuestos orgánicos y
- combustible derivado de residuos

4.1. Producción de compost.

Los RSU contienen normalmente un alto porcentaje de material orgánico y el compostaje se está haciendo cada vez más popular como una alternativa de gestión de residuos. Casi todos los sistemas de compostaje de RSU empiezan con la separación de reciclables, metales y materiales peligrosos, seguido por la reducción en tamaño y la separación adicional. La utilización del compost de RSU normalmente se limita a usos agrícolas o de recuperación de terreno. Pocos operadores venden el producto acabado, aunque suelen comprarlos agencias públicas, granjeros y centros de jardinería. En algunos casos, ha sido utilizado como cubrición intermedia de vertederos.

La producción de compost viene efectuándose desde hace muchos años y es una tecnología bien conocida y desarrollada. Este proceso se basa en la fermentación bacteriana de las materias orgánicas contenidas en las basuras, en presencia de aire. Los microorganismos que realizan este proceso de fermentación aerobia son termófilos y el producto resultante de esta composición de la materia orgánica es un humus.

El compost es un abono, un humus o mejorador orgánico de suelos, no un fertilizante. Es decir que su contenido de nutrientes NPK (nitrógeno, fósforo y potasio) es



Capítulo 4

Fración orgánica de R.S.U.

más similar a un estiércol que a un fertilizante inorgánico, cuyo tenor varía del 10 hasta el 15% de cada uno de los nutrientes. Su aporte al suelo consiste en su contenido orgánico y en que ayuda a mejorar la consistencia de suelos arenosos permitiéndoles retener agua para las raíces de la planta, o de los arcillosos al hacerlos más permeables y permitir que el agua llegue a la raíz. Su utilidad, como la del estiércol se va haciendo cada vez menor, porque cada vez es más escaso. Esto debido a una serie de razones, entre las que tiene particular incidencia el desplazamiento de una gran parte de la población rural a las áreas urbanas y las grandes modificaciones de las prácticas agrícolas. Los estercoles proceden de la fermentación conjunta de las heces de los animales y de la paja, pero es un producto con un alto contenido de agua y poca materia orgánica oxidable y además escaso. Para que un estiércol tenga buena calidad es necesario que el proceso de su fermentación y maduración sea correcto.

Los suelos erosionados y empobrecidos tienen una gran necesidad de compuestos orgánicos, es urgente e imprescindible buscar nuevas aportaciones de materia orgánica para regenerar tales terrenos, y este es el papel del compost, obtenido de la producción orgánica contenida en las basuras domésticas.

En el cuadro siguiente se indican las características generales del estiércol y del compost. En %.

COMPONENTE COMPOST ESTIERCOL

	COMPOST	ESTIERCOL
Agua	8/10	70/80
Carbono		
Nitrogeno	1.5	
Fosforo	0.6	
Potasio	1.1	
Calcio	4.8	
Magnesio	0.5	
Sodio	0.5	
Celulosa	8.12	

En cuanto al PH en el estiércol es 6, mientras que en el compost es de 7.5

En general todos los cultivos exigen mayores rentabilidades, lo que se consigue con



un incremento de la producción, aportando al suelo abonos orgánicos y abonos químicos. La necesidad de aportaciones orgánicas es mayor, conforme aumenta la calidad de los cultivos, o sea que es más alta en los cultivos de riego que en los de secano, más aun en los horticolas y todavía más para la obtención de primores en invernaderos o explotaciones agrarias protegidas.

Simultáneamente, cada vez se destinan más hectáreas a la agricultura intensiva en áreas con climatología adecuada y disponibilidad de agua, pero estos cultivos requieren altas producciones que a su vez exigen más nutrientes químicos y orgánicos, siendo estos últimos los que puede aportar el compost y aquí está su gran futuro aunque en el momento actual esto se vea con grandes dificultades.

La materia orgánica, residuos vegetales de cualquier naturaleza que se depositan o caen al suelo, quedan enterrados o en la superficie y se descomponen bajo la acción de microorganismos, bacterias, hongos, levaduras y animales. De esta forma se va descomponiendo hasta transformarse, por una parte en elementos minerales solubles o gaseosos (CO_2 , NH_3 , NO_3H , PO_4 , SO_4), proceso denominado biodegradación o mineralización y por otra en elementos complejos coloidales (elementos húmicos), que son bastante estables y resistentes a la acción microbiana en un proceso denominado humificación. Estos compuestos húmicos, a su vez lentamente se van mineralizando. Esta mineralización se realiza en dos etapas, una de producción de amoníaco y otra de oxidación, que da lugar a la producción de nitrógeno y nítrico.

El humus mejora las propiedades físicas del suelo por su contribución a la estabilidad de los agregados del suelo, a su porosidad y a su capacidad de retención del agua; mejora también las propiedades químicas y biológicas del suelo, con lo que además de ser una fuente de elementos minerales para las plantas, contribuye al crecimiento de los vegetales y de las raíces. El humus que se obtiene en las plantas de compost es el denominado humus joven o humus en estado naciente. El humus viejo, es el conocido mantillo.

4.1.1. Procedimientos de producción del compost.

En la fabricación de compostaje podemos considerar dos procedimientos fundamentales, relacionados con la forma en que se produce la fermentación de las basuras, que en cualquier caso deberá ser aerobia, fermentación natural y fermentación acelerada.

Fermentación natural, en la que se muele el producto y eventualmente se lo riega con agua para luego colocarlo en pirámides de 2 m de altura sobre el área de fermentación. Durante el primer mes debe removerse cada diez días y una sola vez al mes durante los dos meses siguientes.

Después de cada volteo se puede constatar una brusca elevación de la temperatura, provocada por la aceleración de la fermentación de las bacterias aerobias.

Capítulo 4

Facción orgánica de K₂S₂O₈

terrofilas. Si las piramides no se remueven, se produce una fermentación anaerobia, poco calórica y con emanación de malos olores. Transcurridos tres meses, la fase activa de la fermentación esta terminada y queda solo la maduración

Otro método de fermentación natural que ha comenzado a usarse mucho en los últimos tiempos, sobre todo en comunidades pequeñas, es la lombricultura o vermicultura, que consiste en utilizar, además de la fermentación bacteriana, la degradación de la materia orgánica por medio de lombrices, generalmente la roya californiana, de las que ya hay cepas en casi todos los países (ver capítulo 2 de este módulo)

En la fermentación acelerada, en digestores, el producto terminado se almacena en torres, silos, cilindros o celías. Se añade agua, se insufla aire y se pone en movimiento el producto. Con este sistema se reduce la fase de fermentación a quince días. Tiene la ventaja de favorecer la oxidación de los compuestos orgánicos, controlar la fermentación y evitar contactos externos con insectos y roedores, desinfectándose mejor los germenes patógenos al mantenerse controlada la temperatura.

Si bien el segundo sistema es mejor, las inversiones que requiere son más elevadas que en el primer procedimiento, con lo cual suele requerirse una fuerte subvención por parte de los municipios.

Otro procedimiento es el de fermentación acelerada por el agregado de bacterias. Basicamente el proceso es igual al de la fermentación natural, salvo que en determinado momento (ceras condiciones de humedad, temperatura, aireación u otras variables) se procede a la siembra de bacterias que aceleran la fermentación, lo que permite obtener un producto estable en 25/30 días.

Los parámetros fundamentales que regulan la calidad del compost y que deben tenerse en cuenta en el proceso de producción de compost, son la relación carbono/nitrogeno C/N, la temperatura, el contenido de humedad del producto, el pH y la aireación, que es siempre imprescindible

• Relación C/N. Esta relación debe estar dentro de unos límites en que las proporciones de carbono y de nitrógeno sean las adecuadas para la bioquímica del proceso de compostaje. Si la relación C/N es muy elevada habrá un exceso de elementos energéticos (C) y un déficit de elementos plásticos para el crecimiento (N), el proceso será lento por el déficit de N. Por otra parte, si un compost con relación elevada de C/N se añade al suelo, se producirá una asimilación del nitrógeno del suelo en favor del "compost" y en total detrimento de la cosecha, como sucede cuando se entierran los rastrojos sin adición de N.

Por otra parte, si la relación C/N es baja, se utilizará todo el carbono y tendremos pérdidas de N en forma de amoníaco. Una cifra optima para la relación C/N suele estar entre 25 y 30. For encima de 30 la duración del compostaje es mayor. Si la relación es muy recomendable es la adición de hongos deshidratados procedentes de plantas depauperadas de agua y sales.

El contenido de humedad. El contenido de humedad es otro de los parámetros que

influyen decisivamente en el proceso y sobre el que se puede actuar fácilmente cuando existe un déficit. El agua no perjudica el proceso aerobio, pero el problema deriva de que el agua desplaza el aire de los espacios libres y de que el contenido de oxígeno disuelto en el agua es muy bajo.

Por otra parte, un contenido bajo de humedad priva a los microorganismos del agua necesaria para su metabolismo, ya que todos los intercambios suelen realizarse en forma disuelta. La cifra óptima de humedad para el proceso depende fundamentalmente de la composición.

El porcentaje puede ser más elevado si abundan los materiales celulósicos y fibrosos, señalando muchos autores que incluso en las mejores condiciones se pueden presentar anaerobiosis con humedades del 70%. En líneas generales la humedad óptima puede oscilar entre el 35 al 55%.

Cuando la humedad es elevada, podemos tratar de corregirla, pero teniendo en cuenta que modificamos la relación C/N. El sistema para reducir la humedad son los volteos, que aumentan el contenido de oxígeno y reducen la humedad. Sin embargo, si el C/N es bajo y deseamos corregir la humedad, será mejor práctica la adición de materiales celulósicos como la paja en lugar del volteo que ocasionaría una pérdida de nitrógeno.

La falta de humedad se corrige fácilmente con la adición de agua. El control de la temperatura exige que el producto esté confinado en los denominados digestores. Sin embargo, incluso cuando se produce la transformación al aire libre, se puede llevar un cierto control de la temperatura al tener el material un gran poder aislante. Una temperatura elevada es deseable para conseguir la destrucción de gérmenes patógenos (una razón en favor del proceso aerobio), por otra parte el proceso es más rápido en condiciones termofílicas de temperatura (50-70°C), siendo la temperatura óptima de 60°C. Si la temperatura supera los 75/80°C se mueren los microorganismos de la fermentación.

Por lo general se suele conseguir una temperatura de 45-50°C a las 24 horas y 60-70°C entre el segundo y quinto día. Cuando se produce un descenso de la temperatura, puede asegurarse que el proceso aerobio está siendo sustituido por uno anaerobio y es necesario aminorar el producto.

Si la humedad es elevada, se producirá una inversión térmica en la que las mayores temperaturas se producirán en las capas superiores. La razón de este fenómeno es la coexistencia de procesos anaerobios en las capas inferiores con procesos aerobios en las superiores. Si el proceso se está haciendo anaerobio se producirá cada vez más ácido sulfhídrico, fácilmente detectable por la emisión del olor a materiales en descomposición. El único procedimiento de conseguir un proceso aerobio con elevadas temperaturas es la aireación del producto.

El control de pH no suele ser necesario en el proceso de compostaje. Inicialmente la reacción es ácida, pH 5-7, a no ser que los residuos lleven incorporados cenizas o elementos alcalinos. Durante los 2 o 3 primeros días se acidifica un poco el medio por la formación de ácidos, pasando a reacción más bien neutra o ligeramente alcalina, al



Capítulo 4

Fracción orgánica de R.S.U.

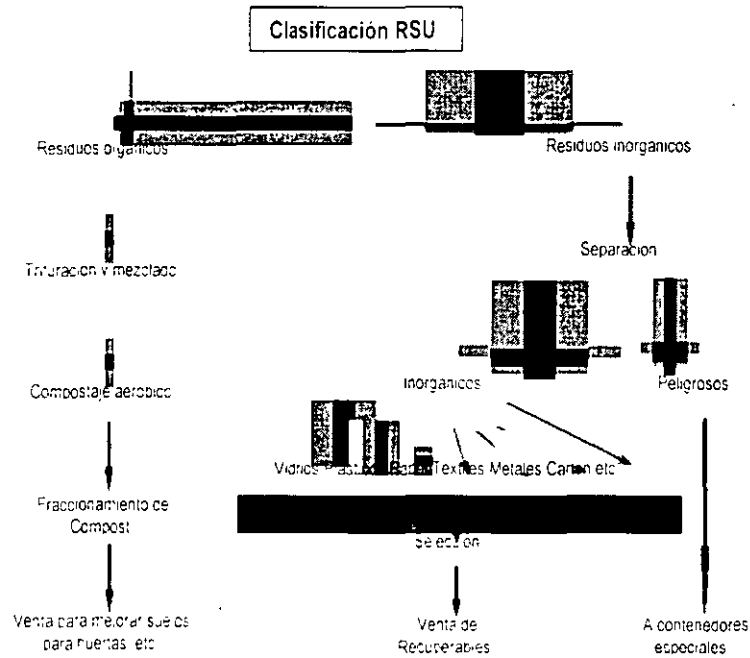
final del proceso

El intervalo óptimo del pH para los microorganismos es de 5,6-7,5 y salvo excepciones, el pH no constituye problema en el proceso. Si la reacción fuese alcalina, se produciría una notable pérdida de nitrógeno, ya que se produce amoníaco.

Lo que resulta fundamental, es airear el producto y quizás el método más adecuado consiste en el volteo del compost empleando palas cargadoras de las que se utilizan en el movimiento de tierras.

Finalmente conviene señalar que hay muchos procedimientos para la obtención de compost, basados en los mismos principios y con diferentes modificaciones de proceso.

A modo de síntesis de lo expuesto hasta aquí desarrollamos el esquema correspondiente al proceso que se sigue en una planta de tratamiento de R.S.U.

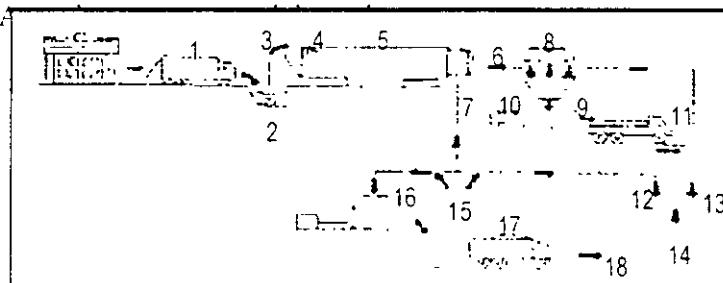


Esquema N° 2: Proceso en Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos.

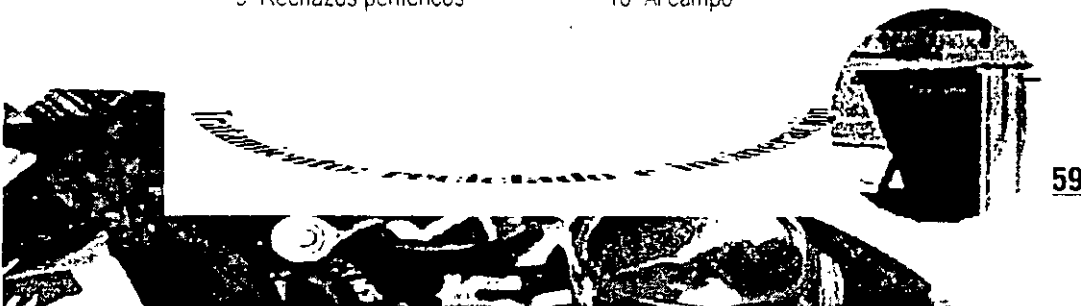
4.1.2. Plantas de compost.

Una planta de compostaje consta de los siguientes componentes:

- Recepción de basuras.
- Tratamiento previo de separación de materias inertes, si se realiza.
- Tratamiento físico primario (trituration, cribado y clasificación). Este tratamiento se repite una vez que se ha producido la fermentación.
- Fermentación.



1 Recogida de residuos	10 Prensa
2 Tolva de recepción	11 Envío a fundiciones
3 Alimentación mecánica	12 Productos
4 Agua	13 Rechazos
5 Tratamiento continuo	14 Al vertedero
6 Rechazos	15 Dirección opcional
7 Producto	16 Granulador
8 Separador magnético	17 Retirada del producto
9 Rechazos periféricos	18 Al campo



Una representación esquemática general puede observarse en la siguiente figura, en ella se representa el flujo seguido por los residuos desde su recepción a su retirada, indicando los diferentes rechazos que se producen en el proceso.

Figura 2: Esquema de una planta de compostaje.

En las plantas en que se utiliza el de procedimiento fermentación lenta, aunque el equipo necesario es muy simple, es preciso mecanizar la manipulación y el movimiento del compost. Debe preverse también la evacuación de las aguas que sueltan las basuras y su tratamiento.

Las áreas destinadas al depósito y movimiento del producto, deben ser amplias ya que si hubiera olores de putrefacción, que pueden generar molestias en los alrededores y a los obreros de la explotación.

La línea clásica a seguir en la fermentación lenta, suele ser: molido, selección, cribado y fermentación, pero algunos factores locales pueden modificar este orden y dar como principio la selección previa para la venta de los subproductos.

Se ha señalado que este proceso de fermentación lenta es menos higiénico y que genera una presencia de gérmenes patógenos. Esto es cierto si el proceso se lleva mal, pero si se realiza el debido volteo de los montones de compost, no se presenta este problema.

En los procedimientos de compostaje de fermentación acelerada, la planta industrial es similar que en el lento, simplemente se añade al final de la línea un dispositivo para acelerar la fermentación. Los procedimientos se pueden clasificar en cinco grandes grupos.

- El compost se sitúa en células, unas encima de las otras, y se desplaza de arriba hacia abajo. Es como una torre de varios pisos en la que el compost desciende un piso cada día, con lo que se airea la masa total y se remueve toda.
- En cada piso se instalan dispositivos de riego para humedecer la masa con objeto de facilitar la fermentación aerobia y también plantas con tubos que permiten insuflar aire en el interior de la masa. En procedimiento derivado de este es una torre en la que todos los días un terrillo suministra el compost de la base y lo suelta la parte más alta.
- El mismo procedimiento sentido anteriormente pero en forma horizontal, desplaza las basuras cada día de un compartimento a otro. En la parte inferior se insufla aire y por la superior se introduce agua. El primer procedimiento consume menos energía, pues la basura se eleva y luego va cayendo por gravedad; en el segundo se evita la construcción de la torre vertical que es de elevado coste.
- El cuarto sistema consiste en insuflar aire por la parte baja de los montones situados sobre plataformas especiales, a que pueden pertenecer al aire libre.

bien en células cubiertas o no.

- Se trata de un horno horizontal que gira regularmente sobre su eje y con instalaciones para insuflar aire y agua. Las basuras permanecen en él de 7 a 8 días, finalmente en este procedimiento invertimos el orden de las operaciones.

Independientemente del procedimiento adoptado, en una planta de compostaje se distinguen los siguientes elementos:

Un foso o una tolva de recepción, que a la vez sirve de reguladora entre la llegada de los camiones de recogida y la capacidad de tratamiento, permitiendo almacenar la basura de 2 o 3 días en previsión de una parada de la planta por avería o revisión. Bajo esta tolva se encuentran, generalmente, cintas transportadoras muy resistentes, que hacen de extractores y marchan lentamente para evitar atascos, los cuales se producen si la tolva está mal concebida. Debe tener los laterales lo más vertical posible y poseer un limitador de corte sobre el motor, para que invierta el sentido de la cinta y facilite el arreglo del atasco.

Después de la recepción viene la selección, que permite reciclar productos (papeles, cartón, tiras, chatarra, cristal, plástico). Asimismo, se separan los objetos que pueden ser peligrosos para las máquinas.

A continuación viene la trituración por molinos, siendo los más clásicos los de martillos, con uno o dos rotores colocados por lo general horizontalmente, y a veces, verticalmente. Los dos rotores están desplazados uno del otro y no se precisan cribas. También existen molinos de rodillos. Finalmente, otro sistema consiste en un cilindro cuyo fondo tiene muchas perforaciones con las aristas cortantes, unos brazos giran lentamente y terminan haciendo pasar la basura por los orificios calibrados con relación a la trituración. Este sistema consume menos energía, pero algunos elementos de la basura no llegan a pasar por los orificios y su rendimiento es muy bajo.

Seguidamente a la trituración se realiza la selección definitiva. Se puede utilizar una cinta vibrante, o también un procedimiento a base de bolas con una cinta que sale del molino y conduce la basura a cierta altura, proyectándola con rapidez, de esta forma se recogen más cerca los productos orgánicos y más lejos los productos tales como tapones y los de tamaño grueso, con lo cual se puede recoger por separado los productos adecuados para hacer el compost.

También se han efectuado bastantes experiencias para mezclar con el compost los fangos de las depuradoras de aguas residuales, pero estos fangos son compactos y húmedos y pueden bloquear la fermentación, para evitarlo es necesario:

Reducir la granulometría de los fangos para asegurar una mezcla lo más íntima posible.

No debe pasar de una proporción en peso del 10%.

Con estas precauciones, la mezcla es aconsejable ya que enriquece el compost en materias orgánicas y soluciona el problema de la eliminación de los fangos, problema

que muchas veces llega a convertirse en importante para muchos municipios una vez conseguida la fermentación es preciso acondicionar el producto, es decir, afinarlo y cribarlo.

Aunque se haya realizado una separación previa, manual o mecánica, solo se habrán quedado ciertos productos indeseables tales como: residuos plásticos, trapos, caucho, cuero y particularmente los trozos de viriato. Por ello una nueva selección es indispensable después de la trituración para mejorar la granulometría del compost y su presentación. La separación de todos estos elementos se realiza mediante el cribado de los productos triturados puede ser efectuado antes o más generalmente después de la fermentación. El inconveniente del cribado antes de la fermentación es el articular una gran proporción de papeles junto con los rechazos. Por el contrario, si el cribado se lleva a cabo después de la fermentación, aquellos no irán a engrosar el porcentaje de rechazos. Con el mismo tamiz, se puede decir que el porcentaje de rechazos de la fermentación es el doble que después de la fermentación.

Para la operación de cribado se suelen emplear las cribas vibratorias y las cribas rotativas o tambores. Las cribas vibratorias están compuestas de un bastidor fijo sobre el que está montado por medio de muelles o amortiguadores, un tamiz del paso deseado. El tamiz es movido generalmente por un sistema de excéntricas. El producto se carga por el extremo superior, los fines se recogen por la parte inferior, mientras que los rechazos salen por el otro extremo.

La superficie del tamiz puede estar compuesta por un entelado metálico o por una plancha de hierro con agujeros redondos o cuadrados. El entelado metálico tiene el inconveniente de retener numerosos trozos de cuerdas, trapos o tiras de metal que pueden obstruir la malla, siendo necesario limpiarlos frecuentemente. El tamiz de plancha perforada no presenta esta inconveniente, pero para una superficie global idéntica, la superficie de paso será menor.

A veces, para evitar que durante el cribado sea arrastrado, junto con los rechazos, parte del material fino situado en la parte superior de la capa de basuras, ciertas cribas están provistas de una superficie del tamiz en escalera, con lo que se consigue remover el producto.

La mayor parte de las cribas tienen un solo plano de cribado, pero algunas tienen dos, lo que les permite separar en fracciones diferentes un compost fino, un compost mediano y el rechazo. El mismo resultado puede conseguirse también con una sola superficie de cribado, pero dividida en dos lamas sucesivas de malla diferente.

Los tambores están compuestos por un cuerpo cilíndrico donde se coloca el tamiz y desahogado. El cilindro gira a una velocidad de 1 a 2 revoluciones por minuto y el producto llega al exterior por el extremo superior y la tolva de descarga de los rechazos se sitúa en la parte inferior. Los papeles y los trozos de viriato son evacuados por el otro

extremo del aparato.

Existen varios dispositivos, denominados separadores balísticos, que permiten separar del compost ciertos productos indeseables, principalmente las partículas de vidrio y porcelana, así como otros elementos. Para ser eficaces, estos dispositivos deben estar situados completamente al final del tratamiento.

El método de cribado más simple consiste en verter el producto sobre un transportador de banda funcionando a gran velocidad, que proyecta los residuos para ser recogidos posteriormente en función de su densidad.

Otro método utiliza el rebote del producto sobre una pantalla de caucho. Los productos son vertidos sobre una banda transportadora que funciona a gran velocidad y los lanza sobre la pantalla de caucho. Mientras que el compost cae casi verticalmente, los productos más pesados rebotarán a mayor distancia y podrán de esta forma quedar separados.

La captación magnética es una de las operaciones unitarias de mayor rendimiento entre las que se emplean en los procesos de tratamiento de las basuras domiciliarias y prácticamente la única cuando deseamos recuperar los metales ferro-magnéticos.

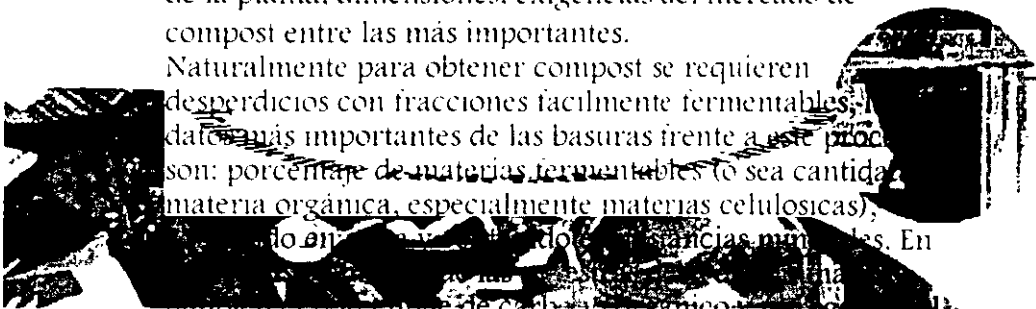
4.1.3. Criterios para la instalación de plantas.

Para la instalación de este tipo de plantas es necesario atender algunas consideraciones sobre el tipo de residuos, su composición, los procesos de fermentación, la ubicación de la planta, dimensiones, exigencias del mercado de compost entre las más importantes.

Naturalmente para obtener compost se requieren desperdicios con fracciones fácilmente fermentables, los datos más importantes de las basuras frente a este proceso son: porcentaje de materias fermentables (o sea cantidad de materia orgánica, especialmente materias celulósicas),

porcentaje de nitrógeno y fósforo disponibles. En el compostaje también el porcentaje de carbono orgánico y nitrógeno y el valor de la relación C/N.

Puesto que el compost se obtiene de la degradación de la materia orgánica, para mayor eficiencia de la operación se



requiere tratar basuras con alto contenido en materia fermentable, se considera que este porcentaje no debe ser inferior al 40%. Incluso en cualquier caso, conviene efectuar una separación previa de materiales férricos, vidrio y otras materias inertes, para obtener un mayor rendimiento.

Capítulo 4*Fracción orgánica de R.S.U.*

- El contenido de materias minerales en los residuos es también importante sobre todo en elementos como potasio, fósforo, magnesio, calcio, manganeso, boro, hierro, etc., puesto que tienen una acción directa como abonos o regeneradores del terreno
- Un tercer punto es el referido a la decisión de utilizar procesos de fermentación lenta (con poca tecnología) o de fermentación acelerada (con más tecnología). La decisión dependerá de las disponibilidades de terreno de su precio, de la mano de obra disponible y de las aplicaciones que se prevean para ese compost, es decir, de la calidad de compost que se quiera obtener.

Si el precio del terreno fuese elevado se escogería un proceso acelerado; en caso contrario es preferible la fermentación natural.

Respecto de la mano de obra, a menudo resulta difícil encontrar operarios, especialmente para manipular la basura, y cada vez también a más alto precio. Si este es el caso la instalación debería ser lo más automática posible dentro de una inversión moderada.

Los agricultores exigen cada vez más un compost limpio y de mejor aspecto, por lo que hay que procurar utilizar medios mecánicos para realizar una buena selección y complementarla a mano, de forma que el compost no contenga cristales ni plásticos

- En algunas experiencias de plantas de compost se observaron dificultades para



la comercialización. Quizás las dificultades se deban a que, a pesar de que se proyectaron muchas fábricas, no se prestó atención a la calidad del producto, ni a su demanda. Tal vez falta una campaña de introducción de este regenerador orgánico de suelos para la agricultura, que brinde información al agricultor y lo haga tomar conciencia de su necesidad. Además del compost es posible obtener otros productos a partir de los residuos.

4.2. Producción de metano.

La producción de metano a partir de los materiales orgánicos contenidos en los RSU no seleccionados, se lleva a cabo biológicamente y bajo condiciones anaerobias. Normalmente el metano se produce a partir de la fracción orgánica de los RSU. Esto puede ocurrir bajo condiciones incontroladas en los vertederos sanitarios o bajo condiciones controladas como es el caso de un biorreactor anaerobio de sólidos en baja concentración (6-10 por ciento de sólidos), o de sólidos en alta concentración (20-35 por ciento de sólidos).

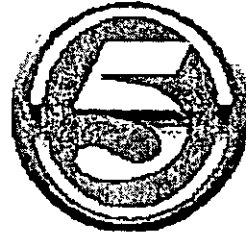
El metano se puede utilizar en la producción de energía y calor, o en la conversión a metanol y u otros productos. La producción de metanol es interesante porque es un combustible de quema limpia y es almacenable. Como se ve, los materiales digeridos de los procesos de sólidos en baja y alta concentración pueden fermentarse para elaborar un producto útil en lugar de colocar en un vertedero.

4.3. Producción de compuestos orgánicos.

Los materiales orgánicos contenidos en los RSU no seleccionados, también pueden utilizarse para la producción de diversos compuestos orgánicos incluyendo azúcares, alcoholes, disolventes, ácidos orgánicos, gases hidrocarburos y compuestos aromáticos.

Por ejemplo, el papel separado en origen se conforma de aproximadamente el 61 por ciento de celulosa; 16 por ciento de hemicelulosa, 21 por ciento de lignina y 2 por ciento de proteínas, cenizas, etc. Con esta composición, el papel residual es idóneo como alimentación en la producción de etanol. De manera similar, pueden utilizarse otros de los materiales orgánicos de los RSU para la producción de diversos compuestos orgánicos.

Capítulo



Tratamiento: reciclado e incineración.

5. El reciclaje en América Latina y el Caribe.

Para un gran número de personas de los países de la región, la recuperación de materiales secundarios procedentes de los residuos sólidos es una fuente de ingresos. Así existen personas que de puerta en puerta compran o reciben papel y botellas e incluso frecuentan oficinas, restaurantes, industrias etc., son todos parte del sistema de reciclaje. Es evidente que este tipo de reciclaje se origina en el alto índice de pobreza que obliga a muchos a transformarse en segregadores informales para sobrevivir. Esta informalidad lleva a que en la actualidad no se conozca con exactitud el grado de reciclaje en los países pero se estima que no es muy alto. El reciclaje se logra de dos maneras

5.1. Prácticas de reciclaje.

La primera se da mediante la separación y acopio en origen, en las industrias, comercios o grandes generadores y productores de materiales reciclables homogéneos

Otro método de reciclaje muy usado en la región es de las grandes plantas de reciclaje, generalmente con la fabricación adicional de compost tal como se explicó en el capítulo 2. De estas plantas de capacidades de 200 a 2000 toneladas se instalaron muchas en América Latina desde 1970 a 1990, habiendo cerrado la mayoría de ellas porque fueron vendidas a los municipios como "rentables" y cuando vieron que no era así, las cerraron. En México las plantas que existían de este tipo en el Distrito Federal, se transformaron para evitar la fabricación de compost, el que no tenía mercado, para hacer reciclaje y solucionar así el problema de miles de segregadores que trabajaban en los antiguos basureros, los que el gobierno estaba transformando en rellenos sanitarios. Las tres plantas de la ciudad de México tienen una capacidad conjunta de procesamiento de basura de 5.500 ton diarias, emplean a cerca de 1.200 segregadores y reciclan, según los últimos datos dados a conocer en octubre de 1998, entre un 4 y 6% de la basura que entra. Estos son vendidos a recolectores privados especializados. Generalmente este tipo de reciclaje es lucrativo para quien lo practica y ecológicamente positivo. Hay programas de este tipo de reciclaje en países como México, Colombia y Venezuela, sobre todo en el vidrio (México cuenta con tres plantas de separación de residuos municipales con capacidad de 1.500 Ton/día cada una, recuperándose del 10 al 15 % del material)

El segundo tipo de segregación es practicado en la basura y generalmente presenta diversos tipos de intervención, puede ser realizada por segregadores callejeros en las



Capítulo 5

El reciclaje en América Latina y el Caribe

bolsas o recipientes colocados para su recolección, puede hacerse en el camión recolector por los operarios o también en el relleno por los segregadores informales. Esta última práctica es la menos recomendable debido al riesgo sanitario que lleva consigo. En México se comprobó que las cantidades recicladas conjuntamente por estos tres sistemas de intervención era inferior al 2% de toda la basura.

El método más apropiado de reciclaje de la basura es el de separación en la fuente domiciliar, depositando los residuos según sus características en diferentes recipientes. Este tipo de metodología requiere infraestructuras y equipamientos especiales. En América Latina y el Caribe, este método se aplica parcialmente, se lo ha observado en algunas partes de Argentina, Colombia, Brasil y México.

La cantidad de material recuperado se incrementa si se hace participar a la industria y a los grandes generadores de residuos y si la industria recicladora interviene promoviendo el proceso. Se han obtenido resultados interesantes en Colombia y otros países donde se reciclan cantidades apreciables de los siguientes residuos:

- Vidrios. Las dos principales industrias del vidrio en Colombia, reciclaron 142.000 Ton en 1994, en Venezuela se recicla el 20% de lo utilizado, en Perú se reciclan 25 Tn/día.
- Metales. Las siderurgias semi-integradas de Colombia compran anualmente 220.000 Ton de chatarra recuperada, en Brasil en 1995 se recuperó el 18% de los embalajes de metales ferrosos y el 50% de envases de aluminio.
- Papel y Cartón. Estos materiales representan los mayores volúmenes de material reciclado en Colombia, en 1994, 311,2 mil Ton de papel y cartón producidos, provinieron de material reciclado. En Brasil aproximadamente 1,5 millones de Tn. de papel fueron recuperadas para reciclaje en 1993. En Venezuela se recicló el 55% del total del papel en 1994. En Perú se recuperaron 9500 Ton/año. En Chile se recuperan 200.000 Ton/año, lo que representa el 33% de lo recuperable.
- Plástico. La recuperación de plásticos se efectúa a pesar de las características altamente contaminadoras del proceso, especialmente si se practica en pequeñas plantas que no cumplen las normas y requisitos de protección ambiental. En Brasil solamente dos industrias de plásticos utilizan 1.000 Ton./mes de material reciclado. En Chile se recuperan 23.000 Ton./año, lo que constituye un 10% de la demanda anual de plásticos. En Uruguay se recuperó plástico sin encontrar un mercado apropiado.

En los países del Caribe no es frecuente la recuperación de residuos sólidos, debido principalmente a que no existen plantas recicladoras, puesto que el mercado es pequeño.

5.2. Posibilidades futuras de reciclaje.

Mientras se va agotando el espacio de los vertederos existentes y se construyen nuevos en terrenos caros y con una protección ambiental rigurosa, es razonable pensar que los gestores de residuos sólidos intentarán reservar el espacio de tales vertederos para los materiales que no tienen un potencial de reciclaje rentable. En consecuencia, la reducción en origen tendrá más importancia para materiales que actualmente son desechados.

Aproximadamente el 30 por ciento de los RSU están formados por material de envases, de esta forma hay un gran potencial para la conservación del espacio de los vertederos a través de su reducción en origen.

Paralelamente los fabricantes de envases pueden contribuir a una solución mediante la reducción de la cantidad del material utilizado en cada envase o paquete, empleando materiales sencillos en vez de compuestos, utilizando materiales reciclados e indicando claramente el tipo de material para facilitar el reciclaje. Los consumidores también deben asumir la responsabilidad de elegir productos según la reciclabilidad de su envase.

El papel residual constituye una fracción importante del flujo de residuos y por ello se debe aumentar la capacidad para reciclar periódicos, revistas y calidades inferiores de papel residual. Hay un límite para la cantidad del papel usado que puede incorporarse en papel nuevo, sin embargo, hay que desarrollar los usos adicionales para el papel tales como, pellets de combustible para calefacción doméstica o industrial, y envases laminados para reemplazar envases de plásticos no reciclables.

Es muy probable que en el futuro, se logre el reciclaje de plásticos mediante procesos químicos y de refinación, puesto que las compañías de petróleo más grandes y los productores de resina están trabajando en procesos de refinación que transformarían los plásticos en gases combustibles, alimentadores de hidrocarburos y aceites. Además, varios laboratorios están experimentando con rechazos de trituradoras de automóviles. Una primera situación consiste en separar polímeros en gases de hidrocarburos; otra tecnología apunta a disolver los componentes termoplásticos en diferentes disolventes para recuperar lubricantes y polímeros útiles. Otro paso seguido por la industria de plásticos para minimizar el impacto de los plásticos en los vertederos es la obtención de microorganismos que biodegradan los materiales plásticos existentes.

Capítulo



tratamiento y el reciclaje de BSU

6. Incineración, y otros procesos de tratamiento.

Esta es la alternativa que se impuso en Japon y en algunos países de Europa. Consiste en quemar los residuos domiciliarios y los provenientes del barrido de calles, pero descartando la quema de los productos químicos (ej. pinturas). Tiene una serie de ventajas para estos países aunque desde el punto de vista del medio ambiente, en un autentico retroceso. Su uso se justifica por dos razones fundamentales: la falta de espacio físico para realizar enterramientos y la necesidad de producir energía, en especial energía eléctrica o vapor para calefacción.

En sentido estricto la incineración no es la eliminación de los residuos, sino su transformación. De este modo por ejemplo, los elementos realizados en PVC pasaran a ser monóxido de carbono y CO₂. Muchos metales pesados no pierden su toxicidad al ser incinerados y no pueden ser diferenciados en las cenizas, así en definitiva los contaminantes pasan a la atmósfera o a las cenizas. Para minimizar su impacto ambiental se requieren equipos complejos de alta tecnología.

Para que una planta de incineración con recuperación de energía sea técnicamente viable, requiere procesar cantidades superiores a 250,000 ton/año (equivalente a una ciudad de un millón de habitantes). Los costos de instalación y operación quintuplican los costos de un relleno sanitario en los países desarrollados y son de 10 a 20 veces superiores en los países en desarrollo. En Latinoamérica no existen incineradores de gran tamaño, limitándose su uso a incineradores pequeños para residuos peligrosos, principalmente de los hospitales.

Por estos motivos no son aplicables a nuestra realidad actual, ni necesarios. Además la composición de los RSU europeos permite obtener mayor energía ya que su poder calorífico se ubica en las 4,300 Kcal/Kg, mientras que los nuestros, por contener mayor cantidad de orgánicos y por lo tanto mayor humedad aumentan sensiblemente el costo de producción, se ubica en las 4,300 Kcal/kg, mientras que en los nuestros, por contener mayor cantidad de orgánicos y humedad solo se alcanzan poderes caloríficos inferiores de entre 1,000 a 2,000 Kcal/kg las cuales producen muy poca energía e incluso pueden requerir del uso de combustible auxiliar.

Durante la década del '60 la eliminación de los residuos urbanos mediante su combustión controlada (incineración) pareció que iba a ser el sistema definitivo de tratamiento. El número de proyectos encargados fue importantísimo así como la



Capítulo 6

Incineración y otros procesos de tratamiento

implantación de instalaciones de incineración y probablemente como consecuencia de la propia merca del proceso- alcanzó hasta 1975, momento a partir del cual, las obras en construcción y proyectos en firme descendieron sensiblemente

Las causas del enorme éxito de la incineración durante esta época son complejas. Una de las razones reside en la favorable imagen de un proceso que permite una importante reducción del volumen de los RSU producidos (80/90% en volumen y 75/80% en peso como datos generales). Otra ventaja inmediata es la posibilidad de disminuir la distancia del transporte de los residuos hasta su centro de eliminación ya que las incineradoras, por su estructura industrial pueden instalarse en zonas próximas a núcleos urbanos. Si le agregamos las reducidas exigencias de espacio en relación a otras formas de tratamiento, se explica la favorable acogida del sistema. Si se aplica un radio elaborado en base a dos parámetros (T_m / Km recorrido y T_m/m^2 de superficie exigible) sus datos resultan muy favorable para la incineración. Además debe sumarse buena imagen política que supone para un municipio una realización industrial y la costumbre de los órganos de decisorio -y de sus técnicos- de apoyarse en criterios puramente tecnológicos

Por último, a mediados de los 60 ya se intuyó que la posibilidad de aprovechar como fuente de energía el calor latente de los humos llegaría a tener gran interés dado el poder calorífico de las basuras. Tanto es así que hacia el año 1970 se planteó la necesidad de que las incineradoras fueran autosuficientes energéticamente, de forma que para eliminar las basuras no fuese necesaria la aportación exterior de combustible. Esto probablemente en base a dos razones: la inminencia del incremento de los precios del combustible y la necesidad de no crear más fuentes de contaminación atmosférica. Hasta aquel momento casi todas las instalaciones de incineración estaban equipadas con quemadores de fuel (pesado en un principio, ligero después y posteriormente gas propano), como soporte térmico del proceso de quema de los residuos. En la actualidad, tal planteamiento es caro. Hoy la argumentación para la venta de plantas se razona en términos de producción energética y de rendimiento térmico

6.1. Factores intervinientes en el proceso.

La incineración es un proceso de combustión que se efectúa en un medio provisto de exceso de aire y a una temperatura que oscila entre 800 y 1.000°C. La capacidad potencial de auto-combustión de los residuos viene determinada por su PCI (Potencial calorífico), por debajo de 1.000 cal /kg., la incineración sin aporte exterior de combustible es sumamente problemática. Su estimación es importantísima como dato técnico para el proyecto de una planta incineradora, esta estimación puede efectuarse por medios directos o indirectos.

La estimación directa se basa en determinaciones efectuadas sobre muestras de residuos. El método más exacto consiste en incinerar una muestra significativa de los residuos, 200 Tn por ejemplo, en una instalación cuyo rendimiento sea conocido, estableciendo a continuación el correspondiente balance térmico, este sistema permite además, relacionar la clase de las basuras con el tipo de instalación concreta que las ha de tratar.

La estimación métodos indirectos es realizada en laboratorios, por medio de experimentos generalmente con la utilización de bombas calorimétricas.

En los países nórdicos y centroeuropeos, el poder calorífico inferior (PCI) de las basuras urbanas había alcanzado un nivel tal que permitía su práctica autocombustión. En general en Latinoamérica, donde se observa un gran contenido de residuos orgánicos, se hace inapropiada la autocombustión por el bajo PCI. La combustibilidad de las basuras viene determinada por la relación entre elementos combustibles, incombustibles y humedad.

De forma general puede establecerse que no son incinerables las cargas de residuos que contengan más de un 20% de materiales incombustibles (tierras, escombros, cascotes, cenizas, escomas, etc.) y material de residuos producidos por el barrido de aceras y calles (limpieza diaria).

El poder calorífico de un material combustible sólido o líquido representa la cantidad de calor que se produce en la combustión completa de la unidad de masa, tomando como referencia unos parámetros determinados de presión y temperatura. Según las normas internacionales de medida de calor, se expresa en julios, o más frecuentemente en kilitermias referente a masas de 1 kg. para los combustibles sólidos o líquidos.

Un último factor a tener en cuenta en el planteamiento general de una incineradora, es el denominado "límite de carga del horno" (LCH) que supone el cálculo del campo térmico técnico de un horno, que es de especial interés cuando los residuos a incinerar son de bajo PCI pero con posibilidad de variaciones. El LCH viene a indicar con bastante aproximación las condiciones de esta clase de instalaciones, especialmente de las más modernas y de capacidad más elevada.

En lo referente a combustión hay que distinguir en los residuos tres clasificaciones:

- a. Materiales no combustibles: minerales, metales, vidrio, cerámica, etc.
- b. Materiales combustibles: papel, cartón, plásticos, gomas, cueros, textiles, etc.
- c. El agua contenida en los residuos: que absorbe calorías para su vaporización.

De acuerdo con esta clasificación cabe distinguir tres fases en la combustión:

- Fase de secado: en la cual se elimina el contenido en agua de los residuos para llegar a la temperatura de inflamación. El tiempo de duración de esta fase es

Este procedimiento es el primero que se utiliza y se plantea como un simple método de eliminación de las basuras, por lo menos en la mayor parte de su volumen, ya que un 70% (cenizas, escorias y materiales inertes) siempre queda y se necesita un vertedero donde depositarlo.

Con respecto a la incineración de los residuos sólidos urbanos hay que señalar, en primer lugar, que son sustancias de combustión difícil. El objeto de la combustión es la conversión de los distintos componentes (papel, cartón, plásticos, fracción orgánica, madera, textiles, etc.) en gases y en residuos inertes, cenizas y escorias, con el objetivo principal de reducir el volumen. Los productos principales de una combustión son el CO₂ -anhidrido carbónico-agua, SO₂ -anhidrido sulfuroso- y óxidos de nitrógeno.

Los cuatro factores que determinan o condicionan la adopción del sistema de incineración para la eliminación de los residuos son:

- Volumen de residuos a incinerar
- Tecnología/día, que determinan la capacidad de la planta
- Poder calorífico inferior de las basuras
- Casos de inversión
- Casos de explotación

En el proceso de combustión podemos hacer un balance de materiales y un balance de energía. En el balance de materiales tenemos más entradas consumidas por los residuos sólidos que en el combustible y por el aire (aire fresco oxígeno es el combustible). Los productos de salida son los gases de combustión y el residuo que queda.

6.2.1. Incineración simple.

Desarrollamos dos procedimientos típicos, el de incineración simple y el proceso que se sigue para recuperar energía a partir del calor emitido por la combustión de residuos.

6.2. Tipos de incineración. Características.

- Fase final de la combustión en la cual aparecen los residuos inertes y escorias en proporciones que oscilan entre el 15 y el 30% del peso original de los residuos incinerados.
 - Fase de combustión desde la fase anterior se extiende sobre el material combustible, los inertes y las materias volátiles, que no han desfilado anteriormente.
 - Fase final de la combustión en la cual aparecen los residuos inertes y escorias en proporciones que oscilan entre el 15 y el 30% del peso original de los residuos incinerados.
- variable según factores tales como duración de la llama, aireación de los residuos, etc.

de escorias y material inerte

En el balance de energía el calor liberado por la combustión de los residuos se reparte entre los gases de salida, las pérdidas de calor por el horno y las pérdidas de calor en las escorias. Un parámetro clave en la combustión es la relación entre el combustible y el comburente, de modo que ambos deben tener una proporción adecuada, pero en la incineración de residuos hay que tener en cuenta que se trata de sustancias de muy difícil combustión, por sus propias propiedades físicas y químicas y por su constante variación, por lo que la combustión se realiza con un gran exceso de aire.

El parámetro más importante en este sistema de incineración es, naturalmente, el poder calorífico inferior de los residuos sólidos, puesto que es el dato fundamental a la hora de estudiar la posibilidad de incineración de las basuras. El poder calorífico inferior (PCI) de las basuras es muy variable, pero suele ser difícil conseguir unos desperdicios que tengan un poder calorífico inferior (P.C.I.), superior a las 1.000 Kcal/kg., que es el valor límite mínimo aconsejable para adoptar un sistema de incineración.

En los países europeos el PCI de los residuos urbanos es de 4.200 kcal/kg. En los grandes incineradores y contando con basuras con un P.C.I., como mínimo de 1.000 Kcal/kg., es posible quemar los residuos sin necesidad de combustible adicional, puesto que el proceso de combustión puede autosostenerse. Este es un punto importante porque sino los costos serían aun más elevados.

En cambio en los incineradores pequeños, hay que incorporar una parte de combustible adicional, que suele ser fuel-oil o propano.

6.2.2. Incineración con recuperación de energía.

Al principio de la instalación de los incineradores (antes de la crisis de energía de 1973), se planteó el aprovechar el calor obtenido en la combustión de los residuos sólidos con objeto de reducir el costo de explotación de este sistema de eliminación de basuras. Pero desde 1973 y más aun en el momento actual, el fin perseguido es aprovechar todo lo posible cualquier recurso energético.

Por consiguiente, los residuos sólidos tienen un gran potencial de recuperación de materias primas, pero también son una fuente de energía.

Pero en el caso de los residuos latinoamericanos, el principal inconveniente es su bajo poder calorífico, que oscila alrededor de las 1.000 Kcal/kg. en los núcleos urbanos, este es un parámetro básico que tiende a aumentar debido al incremento de papel, cartón y plásticos que se vienen produciendo en las basuras.

Queremos insistir, una vez más, en que este valor del Poder Calorífico Inferior de las basuras es el factor clave para decidir si se adopta o no este sistema de incineración y es necesario conocerlo bien antes de embarcarse en construir este tipo de plantas, ello

Capítulo 6

Incineración y otros procesos de tratamiento

tanto si la incineración es con recuperación de energía o sin ella, puesto que no hay que olvidar que para conseguir la combustión de los desperdicios es conveniente que sea auto sostenida sin necesidad de inyectarle combustible adicional

La recuperación o aprovechamiento de energía contenida en los residuos sólidos se puede lograr a través de los siguientes procedimientos:

- Incineradores de basuras, cuyo calor es aprovechado para calentar agua que después se distribuye a los usuarios como agua caliente o calefacción, para producir vapor de agua de baja presión, que se distribuye como tal o para producir vapor de agua de alta presión que se lleva a un turbo alternador para producir energía eléctrica
- Incorporación de desperdicios, acondicionados, en calderas, como combustible complementario (es el caso de las briquetas)
- Empleo de turbinas de gas movidas por gases de combustión de la incineración de los residuos sólidos
- Obtención de combustibles por pirólisis
- Hidrogenación
- Obtención de metano por vía anaerobia

Hasta la fecha, las experiencias más numerosas se han realizado con plantas incineradoras acopladas a un generador de energía eléctrica

Es difícil establecer el límite entre una planta sin y con aprovechamiento de energía, ya que depende del precio de venta de la energía eléctrica y del poder calorífico de las basuras. Sin embargo, una capacidad razonable para el poder calorífico de las basuras y el precio de la energía eléctrica en el país que se tome esta determinación, podría ser una planta de 500 toneladas/día de desperdicios incinerados

Hasta ahora la producción de vapor para distribuirlo como tal o para la de agua caliente no es frecuente porque es difícil el suministro constante y regular durante todo el año y sobre todo por el altísimo costo de la infraestructura precisa. Si se realiza el aprovechamiento de la energía calorífica para producir vapor, y con él generar energía eléctrica, que se distribuye por la red de alguna compañía eléctrica,

La recuperación obtenida por la venta de la energía eléctrica no cubre, en modo alguno, el costo de la instalación, pero reduce algo los gastos. Si los desperdicios se secan previamente y se triturar se aumenta notablemente su poder calorífico y resultan mucho más aptos para la recuperación de energía

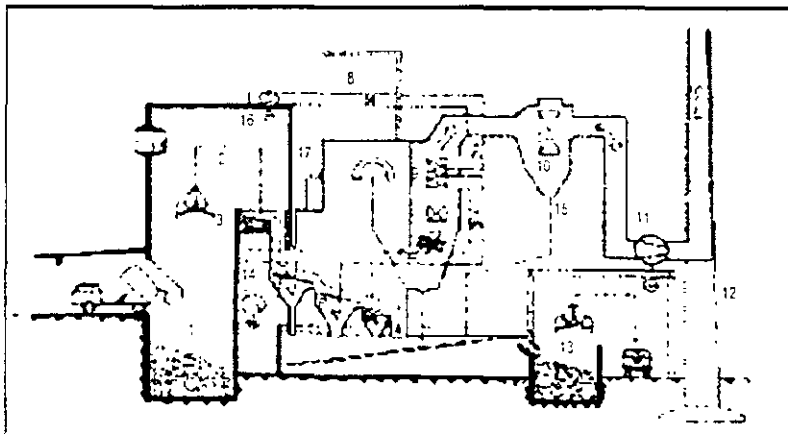
En la alternativa de inyectar los residuos urbanos en calderas que emplean otro combustible, como complemento del mismo, ya sea pulverizados o en forma de briquetas, se han logrado notables avances. Por este sistema se están eliminando grandes cantidades de basuras (y aprovechando su potencia calorífica).

A fin de sistematizar la descripción genérica de un proceso de incineración y como medio de hacer una breve referencia a los diferentes equipos componentes de una

Planta, enunciaremos las fases fundamentales o secuencia de un proceso-tipo que pueden desglosarse como sigue.

- Recepción de los residuos Almacenamiento Carga de hornos
- Hornos, parrillas. Cámara de combustión.
- Productos resultantes de la combustión Enfriamiento de gases
- Recogida de cenizas y escorias
- Recuperación opcional del calor latente de los hornos
- Depuración de los humos
- Circuitos auxiliares. Aire Agua
- Dispersión en medio

La incineración en sí, constituye un proceso por el cual un residuo sólido que por sus características produce un impacto a nivel del suelo (y potencialmente a nivel de agua y de aire), pasa a diluirse en un medio fluido (humos dispersados en la atmósfera, aguas tratadas vertidas al cauce público); queda una parte importante del residuo sólido teóricamente no contaminante a nivel de suelo (cenizas, escorias) Supone un proceso



- | | |
|------------------------------------|--|
| 1 Fosa de basura | 9 Precalentador de aire por humos |
| 2 Grúa puente para los residuos | 10 Filtro electrostático |
| 3 Distribuidor vibratorio | 11 Ventilador de tiro |
| 4 Parrilla principal de desecación | 12 Chimenea |
| 5 Parrilla principal | 13 Fosa de escorias |
| 6 Parrilla fina | 14 Ventilador II de aire de combustión |
| 7 Aire primario | 15 Bocas de descarga hidráulicas |
| 8 Precalentador de aire por vapor | 16 Ventilador I de aire de combustión |
| | 17 Quemador gas natural |



Capítulo 6

Incineración, y otros procesos de tratamiento

inverso a la depuración que consiste en solidificar el contaminante (en el sentido de extraerlo del medio fluido aire agua). En este sentido puede hablarse de la incineración como una "fluidificación de sólidos" opuesta a los sistemas de tratamiento anti-contaminación que suponen la "solidificación de fluidos".

A continuación reflejamos un esquema de una incineradora tipo, donde se pueden observar los principales componentes.

Figura 3: Esquema de planta Incineradora.

6.3. Perspectivas futuras de la incineración.

A modo de resumen de lo expuesto sobre este tema y para ver como inciden en las posibilidades de aplicar este procedimiento a los derechos, veremos las ventajas e inconvenientes que supone la incineración de residuos respecto de otros métodos de eliminación, o los efectos de posibilitar una mejor evaluación en cada caso y mejorar la toma de decisiones al respecto.

Ventajas:

- Menor necesidad de suelo que en vertederos
- Residuos de incineración (escorias y cenizas) escasamente contaminantes
- Nula influencia de las condiciones meteorológicas en su funcionamiento
- Posibilidad de alimentación o carga de residuos variables
- Posibilidad en algunos casos de conseguir ingresos adicionales que compensen parcialmente los costos de funcionamiento (incineración con recuperación de energía)
- Fácil localización cerca de los centros de producción con una reducción de espacio y menores costos de transporte de los residuos sólidos urbanos a su punto final

Inconvenientes:

Incineración, y otros procesos de tratamiento. Capítulo 6

- Importante inversión de capital.
- Costos de funcionamiento elevados.
- Eliminación parcial de los residuos, por la presencia final de las escorias y cenizas, que deben eliminarse en vertederos.
- Tecnología contaminante por eliminación de humos y gases tóxicos.
- Es necesario que el flujo de R.S.U. diario a la incineradora sea constante en el tiempo y con cantidades elevadas para que sea rentable este proceso.

Finalmente conviene destacar que dada la creciente sensibilidad que se manifiesta actualmente en los temas medioambientales, cada vez son mayores las exigencias de medidas a tomar, lo que conlleva a costos de instalación de equipos cada vez mayores. Por otro lado, si se pretenden aminorar en parte estos costos, en base a situar las instalaciones en lugares menos restrictivos, se encuentra con frecuencia el problema de un mayor costo de transporte, que aumenta los de por sí elevados costos de eliminación por este método. A todo ello hay que añadir los costos de energía, con tendencia continua al alza, todo lo cual proporciona a la incineración de residuos unas perspectivas poco competitivas respecto de otros métodos de eliminación. Sin embargo, es necesario destacar la importancia de las plantas de incineración para el tratamiento de los residuos clínicos.

6.4 Tratamiento de residuos de establecimientos de salud.

Debido a lo oneroso que es el tratamiento de residuos médicos, biológico-infecciosos, patológicos o de establecimientos de salud (cada país utiliza términos diferentes), en los hospitales se acostumbra separar estos residuos de los convencionales que pueden ser recogidos por los servicios normales de recolección a precios más económicos. Generalmente, de los 1 a 6 kg/día que producen por cama solo el 10 al 30% son peligrosos, se

do que se recolectan en el hospital en recipientes para ser recolectados por un servicio especial con camiones o camionetas cerradas y sin compactación. Casi siempre la recolección está incluida en la tarifa mensual que cobran los operadores de las instalaciones de tratamiento. Los

sistemas de tratamiento más usuales son:

Incineración

Consiste en la combustión de los residuos en incineradores de doble cámara llamados "pirolíticos", a temperaturas de 800 a 1000oC en la primera cámara con tiempos de retención de media a una hora. Los gases que se desprenden pasan a una

Capítulo 6 *Incineración, y otros procesos de tratamiento.*

segunda cámara que trabaja con combustible auxiliar para elevar la temperatura a unos 1.200 a 1.300°C durante dos segundos. De este modo las emisiones a la atmósfera normalmente cumplen con las normas nacionales. Las cenizas que constituyen de un 10 al 15% del peso, se llevan al relleno sanitario. Los incineradores, al igual que los otros sistemas de tratamiento pueden instalarse en los mismos hospitales, en otros sitios o en el relleno sanitario.

Autoclave

Consiste en la desinfección o esterilización de los residuos por calor húmedo o sea que se inyecta vapor a la cámara donde se han colocado los residuos. Las temperaturas que se alcanzan son unos 160°C y los ciclos pueden durar de media a una hora. Las ventajas del método son que generalmente es ligeramente más económico, que los hospitales están familiarizados con el sistema y que es menos contaminante que otros. La desventaja es que los residuos salen reconocibles si no se pone un molino y algunos países exigen en sus normas contar con ese equipo, y que no hay reducción de peso ni volumen por lo que habrá que gastar en su transporte al relleno más que en otros casos.

Desinfección química.

Generalmente consiste en bañar los residuos con un desinfectante químico, para lo que más comúnmente el cloro. Se requiere de molienda previa para asegurar el contacto de los residuos con el desinfectante. Es un método también económico, pero tiene problemas cuando se tiene mucha materia orgánica, también con las agujas hipodérmicas donde el desinfectante no puede entrar, y el volumen tampoco se reduce.

84



tampoco hay reducción de volumen.

Irradiación y otros

Se utilizan rayos X o rayos gamma y no producen ruidos ni molestias. El tratamiento es generalmente más caro que los otros y tiene una tecnología más sofisticada.

Constantemente están saliendo nuevos métodos como el de

Incineración, y otros procesos de tratamiento. **Capítulo 6**

Relleno Sanitarios

En muchas legislaciones se prohíbe disponer estos residuos en el relleno sanitario. Sin embargo si no hay otra alternativa este método puede usarse aunque sea temporalmente. Desde el punto de vista sanitario y de contaminación no hay problema si se hacen bien las cosas. Generalmente consiste en tener una celda o trinchera especial para estos residuos, cercada con malla ciclónica para impedir el acceso de los segregadores o personas ajenas. En el fondo se hace una impermeabilización y se coloca una capa de cal viva para que las bacterias que logren llegar ahí mueran. Posteriormente se colocan los residuos del día, los cuales se tapan de inmediato con 30 a 40 cm de tierra. Al otro día se coloca nuevamente un poco de cal y se colocan los residuos reanudando el ciclo hasta llenar la celda que se cubre con cuando menos 60cm de tierra.

Quemado

En clínicas y puestos de salud que no tiene acceso a otro método de tratamiento se recomienda construir un "quemador" artesanal, que incluso puede ser un tambor al que se le coloca una parrilla en el tercio inferior y se le hace un agujero lateral debajo de la parrilla para permitir la entrada de aire y para sacar las cenizas. Lógicamente estos no cumplirán con las normas nacionales de temperatura mínima ni con las de emisiones.





Glosario

- ***Autocombustión:***

Es el proceso que se produce cuando el material que se quema tiene un alto porcentaje de combustible y no necesita que se lo añada aparte y esta en buenas condiciones para recibir oxígeno u otro comburente

- ***Biodegradable:***

Se dice de las materias que son eliminadas por efectos biológicos naturales

- ***Calorías:***

Unidad de medida física para evaluar la cantidad de calor, cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 g de agua de 14,5 C a 15,5 C bajo la presión de una atmósfera

- ***Carbono:***

Elemento no metálico, sólido componente principal de todas las sustancias orgánicas.

- ***Cenizas:***

Elementos incombustibles de un combustible sólido que terminada la combustión se encuentra en estado de polvo o sólido y más o menos vitrificado si ha pasado de estado líquido a pastoso

Volátiles: Son aquellas cenizas que por su escaso peso suben a la atmósfera.

Decantables: se depositan en la cima de las escorias



Glosario

- ***Combustión:***

Acción o efecto de arder o quemar

Combustible. Que puede arder con facilidad

Comburente: Son aquellos cuerpos que al combinarse con otros provocan la combustión de este último. El oxígeno es un comburente pero no un combustible

- ***Compost:***

Producto procedente de la descomposición de la materia orgánica generada en los residuos sólidos y que puede utilizarse como abono en suelos agrícolas

- ***Control de Calidad:***

Control cuyo objetivo es preservar los conceptos de calidad de un determinado producto o actividad.

- ***Cribado:***

Proceso por el cual se realiza una selección del material a tratar, con el fin de eliminar impurezas

- ***Emanaciones***

Desprendimiento de sustancias volátiles que surgen de determinados elementos químicos. Generalmente son tóxicos

- ***Escorias:***

Residuo mineral, generalmente petrificado, resultado de la combustión a altas temperaturas de diferentes materiales o subproductos metalúrgicos o minerales

- ***Exotérmica:***

Reacción que desprende calor.

Glosario

- ***Fermentacion:***

Proceso constituido por reacciones biologicas de oxidacion-reduccion, que produce energia a partir de los compuestos organicos. En sentido estricto debemos decir que la oxidacion es la fijacion de oxigeno en un cierto cuerpo y la reduccion es el fenomeno inverso, por lo general estos fenomenos se dan paralelamente.

Aerobia: En contacto con el aire.

Anaerobia: En ausencia de aire.

- ***Fibra de Vidrio***

Vidrio en forma de filamentos que se emplea mezclado con poliester para dar rigidez. Tiene ademas otros usos como el de aislante termico.

- ***Granulacion***

Proceso perteneciente al flujo de reciclaje del plastico, consistente en la disminucion y particion del plastico inicial en granulos para su posterior reutilizacion despues de lavado como materia prima.

- ***Humedad***

Contenido de aire en la atmosfera o en un determinado cuerpo.

- ***Incineracion***

Accion o efecto de incinerar, que es reducir una cosa a ceniza. Es sinonimo de quemar.

- ***Materia Inorganica***

Materia perteneciente a cuerpos sin organos para la vida, como por ejemplo son los minerales.

Glosario

- *Materia Orgánica.*

Es la producida por los restos de los animales y vegetales que sufren un proceso de descomposición y se convierten en humus

- *Metano:*

Gas producido principalmente en la descomposición de la materia orgánica y que posee propiedades contaminantes.

- *Microorganismos Patógenos*

Se les denomina al ser vivo que causa enfermedades. Que pueden ser los causantes de vectores sanitarios y enfermedades.

- *Pelletización:*

Proceso perteneciente al flujo de reciclaje del plástico consistente en estandarizar la disminución a granulos para que posteriormente sea aceptado el plástico como materia prima

- *Poder Calorífico:*

Se le denomina al poder de una sustancia de producir calor, en un momento se determina a partir del máximo que se obtendría en las circunstancias más favorables

- *Separación electrostática*

Consiste en la separación realizada con el objetivo de eliminar metales de los residuos sólidos





Bibliografía

En la Red de Educación a Distancia:

Zepeda, F., Teixeira, P., Rossin, A., Acurio, G. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos en A.L.C. División de medio ambiente. Departamento de Programas Sociales y Desarrollo Sostenible. Banco Iberoamericano de Desarrollo. 1997.

En bibliotecas:

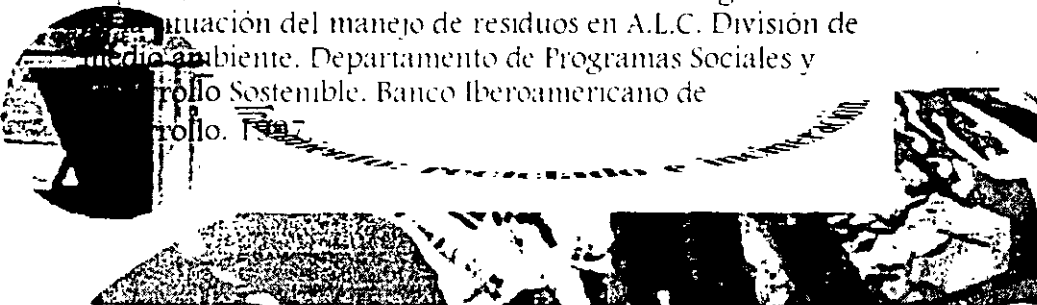
American Public Works Associaton. Tratamiento de residuos sólidos urbanos. Instituto de Estudios de Administración Local. 1976.

Lund, Herbert F. Manual McGraw-Hill de reciclaje. McGraw-Hill. 1996.

M.O.P.U. Técnicas y Servicios Urbanos S.A. Servicio de Publicaciones. Gestión de Residuos Sólidos. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid 1982.

Techobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S. Gestión integral de residuos sólidos. McGraw-Hill. 1994.

Zepeda, F., Teixeira, P., Rossin, A., Acurio, G. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos en A.L.C. División de medio ambiente. Departamento de Programas Sociales y Desarrollo Sostenible. Banco Iberoamericano de Desarrollo. 1997.



Actividades de Aprendizaje

I- Trabajo con Módulo y Guía

En esta sección del módulo, usted encontrará una serie de interrogantes que tienen la intención de orientarlo en su proceso de estudio y acompañarlo en la identificación de sus aspectos centrales.

El objetivo de estas actividades es que reconozca la importancia de los procesos de recuperación y su viabilidad según las características de su zona.

- 1.** Elabore un plan hipotético de reciclaje de residuos producidos en su hogar analizando ventajas y desventajas. Indique qué tipo de residuos reutilizaría en cada proceso y cuáles no. Justifique en cada caso su respuesta.
- 2.** Indique tipos de materiales que por su composición puedan producir contaminación en su hogar. Caracterice esta contaminación y elija su tratamiento seleccionando alguno de los procesos señalados en el módulo. Justifique su respuesta
- 3.** Seleccione dos o tres tipos de residuos diferentes, en ellos analice comparativamente los procesos de Incineración y Compostaje indicando ventajas y desventajas según las características de los materiales que los componen.

II- Pautas para recopilar información

Este tipo de actividades procuran orientar la recolección de información-que-usted-necesitará-para-elaborar-el-diagnóstico en su proyecto.

Actividades de Aprendizaje

1. Efectue la caracterización de los residuos identificando los materiales tales como

- Latas
- Plásticos
- Papel y cartón
- Vidrios
- Metales
- Pilas
- Pañales
- Residuos de alimentación (materna orgánica)
- Otros

Indicando la cantidad de cada uno de los componentes posibles de recuperar (kg. y porcentaje). Esta actividad se realiza en origen

2. Realice la actividad anterior pero en su vertedero, donde se depositan en la actualidad los residuos sólidos urbanos

3. Identifique en su zona, una superficie con posibilidad de recuperación por medio de compostaje. Especifique su extensión y justifique su elección

4. Analice las ventajas y desventajas de realizar una separación en origen de los residuos con vistas a una recogida selectiva en su zona, indicando si los envases poseen algún tipo de codificación de porcentaje o características del material posible de reciclar.

5. Reconozca la forma de recuperación de algún material que se este realizando en su zona y describa las características del material que se recupera, cantidad, forma de disposición y tipo de recogida, indicando frecuencia, personal del servicio y si son o no remunerados y de que manera. En caso de que no exista este procedimiento en su zona, hipoteticamente como deberían ser, teniendo en cuenta estos factores

Actividades de Aprendizaje

6. Indicar si en el vertedero de su zona existen personas que de forma ilegal manipulan los residuos. Analizar acciones y efectos.

7. Según la caracterización de la basura de la localidad que usted analiza (realizada en el Módulo D) indicar si es posible el proceso de incineración, justificando su respuesta.

III- Definición de propuestas alternativas

1. Seleccione un material de los que se producen en su zona posible de recuperar, justifique su elección y elabore una secuencia de recuperación considerando:

- Cantidad de material producido (kg /hab día) (revisar módulo de recogida y transporte)
- Características de la recogida del material:
 - personal
 - tipo de vehículo
 - tipo de receptáculo
 - frecuencia de recogida
 - horario de recogida
 - etc.
- Ubicación del punto considerado para el tratamiento del material elegido (sin entrar en la tipología de instalación). Justifique el sitio elegido.
- Distancia del punto elegido a los puntos de producción del material. Establezca el itinerario de recogida. (revisar módulo de recogida y transporte)

En función de esta planificación realice una valoración económica de mercado (oferta y demanda del producto), social y ambiental.



Pistas de auto-evaluación

1. Tenga en cuenta los materiales que pueden ser reutilizables. Por ejemplo las características de sus envases. ¿Alguien le comprara estos residuos? ¿Que usos le daria? ¿Quien se los comprara?

2. Para analizar esto, identifique los elementos contaminantes, la forma que afecta el medio ambiente. Tenga en cuenta la proporción de materiales orgánicos y su composición. Recuerde que no todos los materiales contaminantes pueden ser tratados, pero si dispuestos de forma ambientalmente segura.

3. Al pensar en el proceso de incineración, tenga en cuenta que porcentaje es combustible de los residuos que quiera someter a este proceso

- En relación al proceso de incineración y compostaje, usted no debe olvidar la cantidad de materia orgánica y el porcentaje de humedad de los residuos
- También debe tener en cuenta los posibles lugares agrícolas y sus características en los que reutilizara el compostaje





Anexo

Elaborado por el Ing. Edgardo Marín, Córdoba, Argentina.

Anexo

Reciclado

En el módulo correspondiente hemos visto los procesos que se realizan en las plantas de tratamiento de RSU para la obtención de compost y la separación de inorgánicos reciclables.

Con respecto a estos últimos, cada tipo de producto recuperado admite trabajos adicionales a través de los cuales se les agrega valor. Por ejemplo las latas de aluminio vendidas a granel tienen un precio, pero si a los envases de aluminio se les quita el aro metálico del pico, y se los compacta, el valor aumenta y si se lo funde y lingotea éste es mucho mayor.

En el caso de los plásticos, cuyo proceso de reciclado se analizó exhaustivamente, tendrá un valor si a la planta de reciclaje se los vende preseleccionados y otro mucho mayor si se los clasifica, muele, lava, seca y embolsa. Es decir que el reciclado en sí, tiene un valor final que depende, de la etapa que se alcance en la planta de tratamiento de RSU y que cada etapa, si bien implica mayor inversión inicial también genera mayor valor agregado creando nuevos puestos de trabajo, y en definitiva hace más factible el funcionamiento de dichas plantas.

La elección de los materiales a los que se le pueden agregar procesos y las etapas a alcanzar no son transferibles directamente de otras plantas ya que hay variables que son propias de cada lugar y que determinan con qué y hasta dónde se puede llegar en el proceso de reciclado.

Veremos ahora distintos procesos que es posible realizar con los principales materiales que se obtienen luego de la clasificación en las plantas de tratamiento de RSU de nuestros países.

Plásticos

Si bien se describió en este Módulo el proceso completo de reciclaje PEHD, fue visto como una tarea industrial a realizar fuera de una planta de tratamiento, limitando la acción a la clasificación de los distintos tipos de resinas.

Sin embargo, debido al bajo costo de las instalaciones y maquinarias necesarias para el proceso, a lo sencillo de su operación y a la gran demanda de plástico reciclado, es factible realizar todos estos procesos en la misma planta.

La realidad de nuestros países indica que hay un gran número de piezas plásticas que debido a su precio final sólo pueden ser realizadas con resinas recicladas ya que de ser construidas con materia prima virgen, el costo del

Anexo

De acuerdo al tipo de resina plastica que encontramos con mayor abundancia en los RSU de cada region se puede planificar el tipo de proceso a realizar

Tambien es posible procesar varios tipos de resina, ya que la maquinaria a utilizar es la misma. No obstante, hay que tener la precaucion de no mezclarlas durante su elaboracion

Es muy importante conseguir el aporte de rezagos industriales que pudieran producirse en la zona de influencia de la planta de RSU de manera de incrementar el flujo de materiales a elaborar.

Es posible ademas, haciendo un adecuado estudio de mercado, llegar a la elaboracion de productos finales ya que esto no incrementa en demasia la inversion inicial permitiendo elevar de manera notable el precio final.

A modo de ejemplos exponemos los precios que adquieren los productos de PEHD

MATERIAL	PROCESO	PRECIO DE VENTA POR KG
PEHD Clasificado		US 0.15
Molido		US 0.45
Lavado		
Seco		
Extrudado		US 0.80
Bidones de PEHD		US 2.50

Algunos de los usos principales de las distintas resinas son:

PEHD Bidones y botellas
Manijas para bolsas plasticas, cesto de caña
Mezcla de PEHD y PELO juanetas, tapones de garratas, canos para riego
bañes para albañileria, bases de ceoñicos
PVC flexible Mangueras de riego, suelas para zapatillas,
punteras para tapones de garrata
PVC rigido: Caño corrugado para instalaciones electricas,
lira para ceoñicos ecocapas
PS Fratachos para la construccion, juguetes
PP: Cajas de baterias, canos para agua, tapones
para cilindro de gas

Anexo

Conocer la composición del plástico de los RSU y sus posibilidades de utilización permiten planificar las plantas de tratamiento. Así, por ejemplo, en una región en donde los RSU contengan gran cantidad de PEHD es posible planificar una planta que incluya la producción de bidones y botellas. Si lo que predomina es el PVC flexible podrán elaborarse mangueras para riego.

Por otra parte conviene destacar que los fabricantes de productos plásticos que usan materiales reciclados, prácticamente ya no lo compran clasificado y a granel, sino que por lo menos lo exigen molido, lavado, secado y preferentemente extrudado, por lo que de allí a la obtención de productos finales solo resta una etapa que bien puede integrarse a través de una planta de tratamiento de RSU.

Aluminio

En nuestros países aproximadamente 50% del aluminio que se elabora, es regenerado de la chatarra en las refineras o talleres de fundición. Las aleaciones refundidas que resultan, llamadas aleaciones standard, tienen un gran campo de aplicación por razones de economía o en los casos en que no es necesaria una gran resistencia a la corrosión la cual exige ausencia de cobre y aleaciones de gran estabilidad química.

Se lo emplea principalmente para colado como aleaciones de adición, así como para reducción y desoxidación de los aceros y hasta cierto punto, según la calidad, se utiliza también para preparar semiproductos de aluminio aleado.

Figura N° 1: Ciclo del metal en la obtención de semiproductos.

Anexo

Hoy se pueden trabajar las chatarras de aluminio de tal forma que las aleaciones obtenidas puedan aplicarse a diversos usos. Para elaborar correctamente las chatarras es preciso contar con una instalación adecuada.

En la siguiente figura se grafica este proceso

Figura N° 2: Proceso del trabajo de refundición de chatarras.

Anexo

La chatarra se clasifica y se efectúa una primera fusión, con lo cual los metales extraños como el hierro, níquel o cobre, (que presentan un punto de fusión muy superior al del aluminio) se pueden separar al adquirir estado sólido.

Hasta esta etapa es posible obtener lingotes de una composición química conocida, los que se envían a los talleres de fundición donde se completa el proceso eliminando la impureza no metálica como óxidos, nitruros, carburos, con fundentes o bien pasando corriente de nitrógeno o cloro gaseoso, mediante dispositivos apropiados.

Se conocen varios métodos para eliminar los metales que quedan aleados, no obstante por razones económicas, se suele limitar a eliminar el magnesio con corriente de cloro a través del metal en fusión. Luego se hacen las adiciones necesarias, obteniéndose las aleaciones comerciales.

Esta etapa requiere de gran experiencia en el manejo del horno de fusión ya que puede haber emanaciones tóxicas, por lo que no es posible realizarlo en las plantas de tratamiento de RSU.

Vidrio

En este caso las instalaciones necesarias para la obtención de productos finales son sumamente costosas por lo que no es factible llegar a ellos en una planta de RSU.

No obstante, es posible obtener precios más elevados que el del vidrio a granel recurriendo a una clasificación de los diversos tipos de RSU.

Transparente

- Vidrio plano (de ventanas)

Color

Transparente

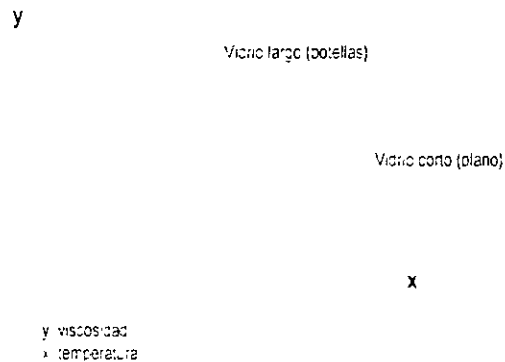
- Vidrio de botellas

Color

Anexo

Estos dos tipos de vidrio no deben mezclarse ya que como fue dicho, el vidrio plano (por su contenido de plomo) comunmente llamado vidrio corto, aumenta rapidamente su viscosidad con la disminucion de la temperatura (es decir que se endurece rapidamente)

No se lo puede usar para fabricar botellas o damajuanas porque no mantiene su viscosidad (blando) mientras se realizan las etapas necesarias para la conformacion de los envases (gota, preforma, forma final), aun al ir perdiendo temperatura. Estos son los denominados vidrios largos



Atendiendo a estas características diferentes de los vidrios y una vez separados, se les puede agregar algunas etapas con el fin de elevar el precio final.

En el caso del vidrio plano tanto transparente como de color se procede a lavarlo para quitarle la tierra que pueda tener adherida, la cual como se vio es la causante del color verde de los vidrios de botella, y se lo tritura a una granulometría predeterminada por el consumidor.

En cuanto al vidrio de botella transparente se le aplica el mismo proceso, es decir lavado y trituración, no así al de color el cual solo se lo tritura, pero en ambos casos se debe cuidar de eliminar todos los trozos de aluminio que pudieran quedarle, pues constituye un contaminante de importancia.

Con estos procesos, además de obtener un precio mayor, se consigna una mejor colocación del material producido ya que la oferta del vidrio es bastante abundante y los fabricantes se inclinan por la compra de materiales que le evita tareas engorrosas en sus plantas de fundición.

La maquinaria necesaria para la trituración y lavado es sumamente simple, de bajo costo y de muy sencilla operación.

Anexo

También es posible considerar el caso de las botellas que llegan sin roturas a la planta, las cuales se clasifican de la siguiente forma: de ½ litro, sidra champagne; gaseosas; aceite, otras.

Una vez clasificadas se pueden lavar en máquinas adecuadas mediante un simple proceso que permite venderlas a los fraccionadores en forma directa.

Chatarras de Hierro y Fundición

Para procesar este tipo de materiales se requieren, como en el caso del vidrio, instalaciones muy costosas y elevadas cantidades de material. Aquí nos limitamos a una correcta clasificación y, en el caso especificado de latas o chapas finas, al prensado con el cual se disminuye el volumen y se abaratan costos de flete.

a) Chatarra de fundición: Procede de fuentes diversas, por lo que no es posible indicar su composición química. No obstante, se puede establecer una clasificación en montones homogéneos, basándonos en tipo de piezas y dimensiones. De acuerdo a lo expresado en la Tabla 1, piezas de procedencias diversas, pero de dimensiones parecidas y de igual uso, están constituidas por fundición con análisis idéntico, o al menos parecido.

En el patio de almacenamiento, la chatarra estará ordenada, sino en varios montones teniendo presente, por ejemplo, la clasificación de la chatarra expuesto en la Tabla 2.

b) Chatarra de Hierro o acero.

Valen las mismas consideraciones formuladas a propósito de la chatarra de fundición. En la Tabla 3 se catalogan, a manera de ejemplo, los de hierro o acero comúnmente usados, incluyendo análisis respectivos.

Anexo

Tablas 1: Análisis medio para las piezas de fundición más comunes.

Tipos de Piezas	Espesor	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo				
Piezas para fundición	5	9.35	2.5	0.55	0.6	0.08	-	-	-	-	-	-	-
Radiadores y calderas													
de calefacción	3	6	3.4	2.6	0.6	1.2	0.08	-	-	-	-	-	-
-	7	10	3.5	2.4	0.7	1.-	0.09	-	-	-	-	-	-
Piezas Ornamentales	2	4	3.3	3.2	0.6	1.3	0.08	-	-	-	-	-	-
Piezas para esmaltar													
(domesticas y sanitarias)	3	5	3.4	2.8	0.6	1.2	0.09	-	-	-	-	-	-
-	5	8	3.6	2.6	0.7	1.-	0.09	-	-	-	-	-	-
Barrotes de Parrilla	10	15	3.2	1.5	0.4	0.4	0.08	-	-	-	-	-	-
-	15	20	3.2	1.3	0.45	0.3	0.08	-	-	-	-	-	-
Zapatas de Freno	60	100	3.2	1.5	0.8	0.6	0.12	-	-	-	-	-	-
Mecánica varia	5	8	3.5	2.5	0.65	0.7	0.08	-	-	-	-	-	-
-	8	12	3.5	2.3	0.7	0.65	0.08	-	-	-	-	-	-
-	12	20	3.4	2.-	0.75	0.55	0.09	-	-	-	-	-	-
-	20	30	3.4	1.7	0.8	0.5	0.09	-	-	-	-	-	-
Maquinas - Herramientas	15	20	3.4	1.8	0.8	0.4	0.08	-	-	-	-	-	-
-	20	30	3.3	1.6	0.9	0.35	0.08	-	-	-	-	-	0.6
-	30	40	3.3	1.4	0.95	0.35	0.08	-	-	-	-	-	0.6
-	30	40	3.35	1.4	0.95	0.3	0.08	0.25	-	-	-	-	-
Engranajes	20	30	3.3	1.7	0.8	0.35	0.08	-	-	-	-	-	-
-	30	40	3.2	1.5	0.85	0.3	0.08	-	-	-	-	-	-
Cilindros compresores													
motores, etc	8	15	3.4	2.-	0.8	0.3	0.08	-	-	-	-	-	-
-	15	20	3.3	1.8	0.85	0.2	0.08	-	-	-	-	-	-
-	20	25	3.3	1.6	0.9	0.2	0.08	-	-	-	-	-	-
-	25	30	3.3	1.5	0.95	1	0.2	0.08	-	-	-	-	-
Cilindros para vehiculos	5	8	3.4	2.2	0.7	0.5	0.07	-	-	-	-	-	-
-	8	12	3.4	2.-	0.8	0.45	0.07	-	-	-	-	-	-
Cilindros resistentes al fuego	15	20	3.3	1.8	0.5	0.3	0.07	-	-	-	-	-	-
-	20	30	3.3	1.6	0.5	0.25	0.07	-	-	-	-	-	-
-	30	40	3.4	1.6	0.5	0.2	0.07	-	-	-	-	-	-
Cilindros resistentes a los alcalis	20	30	3.6	1.6	0.8	0.4	-	-	-	-	-	-	-
-	30	40	3.2	1.5	0.9	0.3	-	-	-	-	-	-	-
-	40	50	3.-	0.8	1.-	0.2	0.08	-	-	-	-	-	-
Segmentos para pistones	2	3	3.6	3.2	0.4	0.45	0.06	-	-	-	-	-	-
-	3	5	3.6	2.9	0.55	0.4	0.06	-	-	-	-	-	-

-	5	.8	3,6	2,7	0,7	0,4	0,06	-	-	-
Griferia	3	5	3,4	2,8	0,6	0,6	0,08	-	-	-
-	5	8	3,4	2,5	0,6	0,55	0,09	-	-	-
-	8	.12	3,5	2,2	0,65	0,5	0,09	-	-	-
Lingoteras para fabricas										
de acero 100 200 37 1,4 1.-0 1 0 06 - - 0 6										
Moldes para fabricas										
de vidrio 30 40 3- 1 5 0 5 0 5 0,3 0 06 0 25 - 0 75										

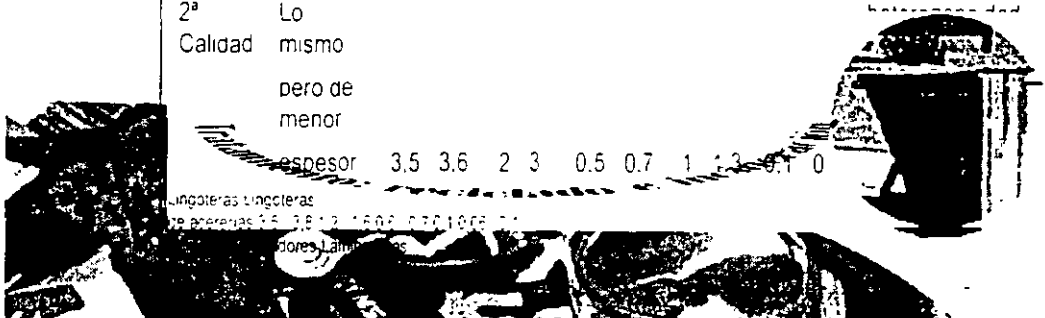
Anexo

Tabla 2: Análisis medios de chatarras de hierro o acero

Denominaciones	C tot %	Si %	Mn %	P %
Puntas de fierros				
perfilados	0,1	-	0,35	0,4
Puntas de carril	0,35	0,45	-	0,6
Tornillería en frío	0,1	0,15	0,45	0,5
Tornillería en caliente	0,1	0,15	0,45	0,5

Tabla 3: Clasificación de las chatarras de fundición para nuevas coladas

Chatarra	Origen	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Notas
Fundición Mecánica	Se excluyen las	0,4	0,5	1	1,4	1,3	1,6
1ª Calidad	De maquinas, chatarras de otras clases.						
	espesores >10 mm	3,3	3,5	1,5	2,0	0,7	0,9
	De maquinas.						
	espesores <10 mm.	3,4	3,6	2	2,5	0,6	0,7
Fundición Común	** Caldas Tubos columnas. Se excluyen las radiadores, cañerías, chatarras de maquinaria agrícola, fundición blanca y con espesores quemada, se						
	mayores	3,4	3,6	1,8	2,8	0,55	0,6
2ª Calidad	Lo mismo pero de menor espesor						
	espesor	3,5	3,6	2	3	0,5	0,7
Fundición Mareable	Núcleo Gris						
	Núcleo Blanco	2,5	2,7	0,9	1,3	0,3	0,4



expuesta a acidos - - - - -	requieren grandes
	exigencias
	mecánicas
Viruta - - - - -	Segun Origen.

Anexo

Huesos

Se clasifican en secos y verdes.

Se denominan huesos secos a aquellos exentos de restos no óseos, por acción propia de la naturaleza, sin intervención de proceso industrial alguno. Se caracterizan por ser huesos blancos y limpios.

Casi en su totalidad provienen de esqueletos de animales muertos que permanecen en el campo y a cielo abierto durante periodos de tiempo prolongados.

Para lograr la granulometría requerida se le realiza una molienda progresiva -con un molino de martillos- pasándolo por zarandas de diámetros decrecientes.

El principal uso del hueso molido es la fabricación de rollo de película fotográfica. Esta tecnología es propiedad de contadas firmas en el mundo, observándose que se exporta el 100% de la producción de hueso seco molido, siendo Alemania su destino principal.

Los huesos verdes son los que presentan adherencias de restos no óseos, como por ejemplo, los provenientes de carnicerías, casas de comidas o del propio consumo domiciliario, puede ser sometido a dos procesos:

- 1.** El hueso se introduce en agua hirviendo con la finalidad de eliminar restos no óseos. En esta fase se obtiene, como un subproducto, grasa animal (requerida para diversas utilidades como por ejemplo, alimento de ganado porcino, producción de jabones, etc.).

El hueso obtenido se calcina y muele hasta una granulometría muy fina, utilizándose en la elaboración de alimento balanceado para animales.

- 2.** El hueso, tal como se encuentra, se introduce en hornos similares a los utilizados en la fabricación de ladrillos o carbón vegetal. Luego de un tiempo prolongado obtenemos, en forma artificial, un hueso de las características del hueso seco.

Este proceso es mas rápido que la degradación natural del hueso, pero requiere de cuidados importantes ya que el incorrecto funcionamiento del horno resultará en hueso no apto para la elaboración del gel de las películas fotográficas, derivándose como el hueso verde, a la producción de alimento balanceado.

La instalación necesaria para procesar ambos tipos de huesos es de costo accesible y/o fácil de operar, pero requiere un ingreso elevado de material a la planta, ya que el volumen de exportación por envío es de

Anexo

Textiles

Se utilizan para la obtención de trapo para la industria, talleres mecánicos, de chapa y pintura, etc.

El proceso es muy sencillo: Se clasifica el trapo de manera de eliminar los no absorbentes, como por ejemplo las fibras sintéticas, lanas y sedas.

El remanente se lava en máquinas de tecnología muy simple, con agua y detergente industrial, y se seca en centrifugas industriales.

Al trapo obtenido se le quitan cuellos, cierres, puños, botones y toda otra parte dura que pudiera dañar a los operarios o bien rayar las superficies que se limpian con trapos reciclados. Posteriormente se corta en trozos de tamaño regular, separándose trapos blancos y de color. Para su distribución, se fraccionan en bolsones plásticos, de igual peso.

Este es un rubro interesante para explotar en plantas pequeñas debido al bajo costo de instalación necesaria, al no requerimiento de personal especializado, y a que el producto es muy pedido por talleres, pequeñas industrias, etc. De este modo se obtiene un precio final mucho mayor que si se vendiera trapo, solamente clasificado, a los acopiadores y lavadores mayoristas.



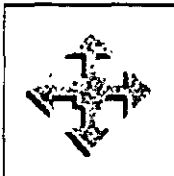
CEPAL-IPES



OPS



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CORDOBA



DEPARTAMENTO
EDUCACION A
DISTANCIA

173025 1965



***Red Latinoamericana y del Caribe
para la Capacitación y la Cooperación Técnica
Mediante la Educación a Distancia***

***Gestión Integral de
Residuos Sólidos
Municipales e
Impacto Ambiental***





U.N.C.-F.C.E.



Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) Argentina
 Facultad de Ciencias Económicas (F.C.E.)
 Coordinación: Palmira Fensa

OPS



Organización Panamericana de la Salud (OPS)
 Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del
 Ambiente (CEPIS)
 Coordinación: Luiz Carlos R. Soares

CEPAL-IPES



Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
 Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica
 y Social (ILPES)
 Coordinación: Edgar Ortega

INSTITUCIONES RESPONSABLES

AUTORIA DE CONTENIDOS

Cepal-Ilpes:

Marcel Szantó
Jaime Muñoz
Fernando Calvo

OPS-Cepis:

Francisco Zepeda
Alvaro Cantanhede
Guido Acurio

U.N.C.:

Teresa Civallero



DISEÑO Y DESARROLLO DE MATERIALES PARA LA MODALIDAD A DISTANCIA

Departamento de Educación a Distancia-F.C.E.-U.N.C.

Dirección:
Hada Graziela Juárez J. de Perona

Coordinación General :
Dalimira Fensa

Coordinación Pedagógica y Evaluación:
Adela Coria
Marcela Sosa

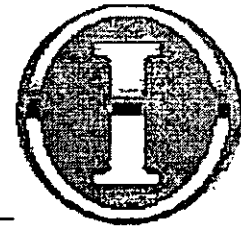
Arte y Diagramación:
Santiago Druetta
Abel Tomasio

Equipo de Apoyo Pedagógico:
Gabriela Sabulsky
María Helena Saldi
Paola Koldan
Nancy Castellano
Joel Armando
Daniela Reynoso

Secretaría Técnica de Educación a Distancia en
ILPES - CEPAL, a cargo de:

Alejandra Naser (anaser@eclac.cl)
María Angélica Pacheco (mpacheco@eclac.cl)





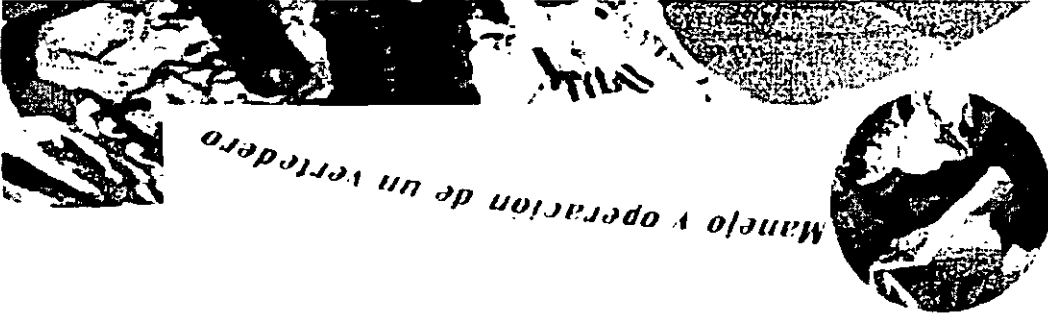
Introducción

La gestión integral de los residuos, como hemos analizado hasta ahora, se inicia con el manejo en origen, almacenamiento, pre-recogida, recogida, transporte, procesos intermedios donde se considera la recuperación, selección, reciclaje e incineración. En este módulo abordaremos la última fase de la gestión de residuos que consiste en su disposición final. Cualquiera sea el tratamiento que se le de a la basura, siempre existirá una determinada cantidad de estas cuya disposición final sea un vertedero.

Hay que tener en cuenta que la forma de implementación de vertederos, así como sus características, interrelacionado el método de llenado sanitario o vertedero, como se explicará a continuación sus diferentes características, sus correspondientes parámetros y factores que influyen en el diseño.

Una consideración aparte, dada su importancia, merece la localización del vertedero si fuera necesario definir su nuevo emplazamiento. El módulo entrega las consideraciones que se debe abordar para su correcta determinación.

Como se verá en los diferentes capítulos que se pueden usar, de acuerdo a la investigación del vertedero. Finalmente se establecen los diferentes tipos de control a que debe someterse el vertedero, considerando el control sanitario, control de gestión, control de llenado sanitario, control de operación, control de seguridad, control de salud pública, control de moscas, control de roedores, higiene y seguridad laboral, control de ruido y control de emisiones. El módulo entrega orientaciones y procedimientos de control y monitoreo, haciendo una distinción entre costos variables y fijos.



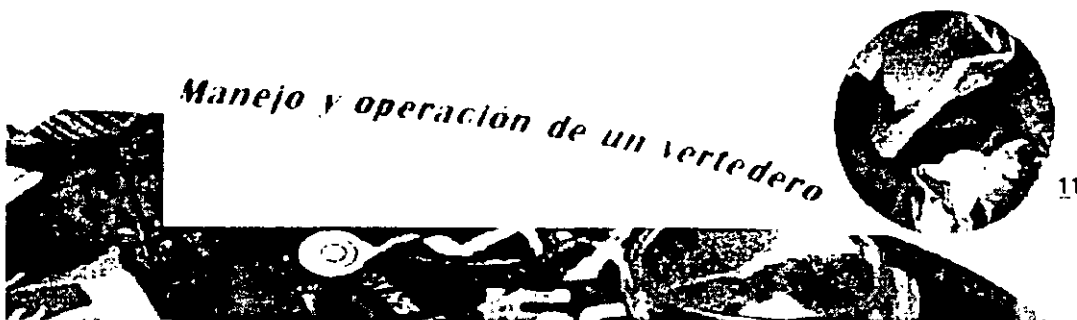
Manejo y operación de un vertedero

Introducción

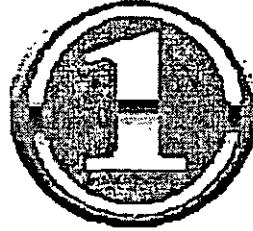
El análisis considera solamente la disposición final de los residuos domiciliarios que no están comprendidos en la categoría de patógenos peligrosos e industriales. Por su potencial riesgo para la salud los residuos patógenos y peligrosos requieren una recolección diferenciada y la disposición final en los vertederos debe practicarse en zonas de uso exclusivo, con el enclavamiento de los desechos y realizando en la zona, procesos de recubrimiento e impermeabilización específicos, pero ello requiere de un estudio particular.

Una vez determinadas las características y parámetros básicos de la gestión de residuos, es posible que una pequeña comunidad no se pueda integrar a un vertedero mancomunado debiendo resolver su problema en forma independiente. Ante esto, la solución es diseñar un vertedero de tipo manual. La OPS (Organización Panamericana de la Salud), ha publicado diversas guías y recomendaciones, las que se han agregado al presente módulo. Se incluye un resumen de las publicaciones de la OPS referente al vertedero manual, abordando su diseño, los diferentes pasos a seguir para su correcta construcción, para concluir con su operación y mantenimiento.

Tanto en el vertedero controlado de tipo manual como convencional, es necesario una vez que se ha llegado al final de su vida útil, realizar su clausura y posible reinsertión (post-clausura), de acuerdo al proyecto. En el presente módulo se reflejan las pautas a seguir para tal fin.



Capítulo



Manejo y operación

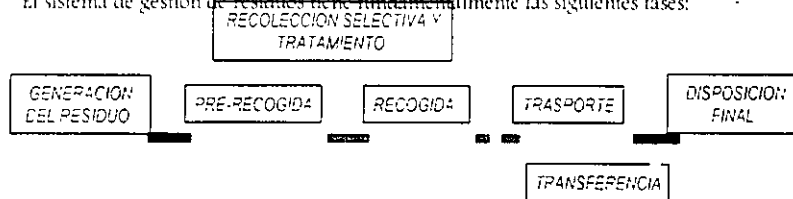
sanitarios.



1. Relleno sanitario o vertedero controlado. Generalidades.

El destino final de las basuras, dentro del proceso de Gestión de los residuos sólidos urbanos, culmina con la disposición final en vertedero tal como veremos en el presente módulo.

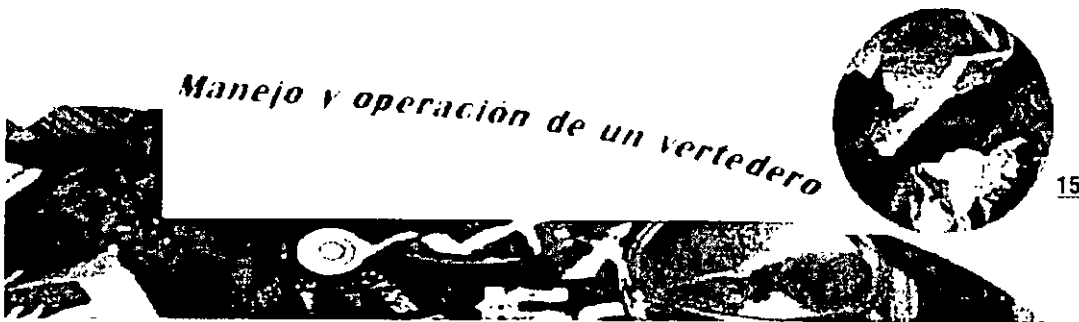
El sistema de gestión de residuos tiene fundamentalmente las siguientes fases:



- Generación de residuos. (Producción de residuos)
- Pre-recogida. (Almacenamiento perimetral)
- Recogida. (Disposición en vehículo de recogida)
- Transporte. (Transporte directo o mediante transferencia)
- Tratamiento. (Proceso opcional e intermedio de aprovechamiento del residuo. Ejemplo Reciclaje).
- Disposición final.

Para que la gestión integral de los residuos sólidos urbanos sea económicamente posible se debe disponer de unas cantidades importantes de residuos, esto en razón de las implicaciones que tiene la economía de escala en su manejo. Este factor provoca que los núcleos pequeños y medianos de población no puedan hacer frente a las cargas económicas que exige. Se plantea por consiguiente formas agrupadas de manejo, mancomunada o asociación de pequeños municipios. Una solución técnico-económica que asegure una solución más adecuada al costo más bajo posible es a través de estas asociaciones de pequeños municipios.

Hoy nos encontramos con dos tipos de vertedero bien diferenciados: vertederos incontrolados y vertederos controlados.



Capítulo 1 *Relleno sanitario o vertedero controlado.* *Generalidades.*

1.1. Vertedero incontrolado.

El método tradicional para deshacerse de las basuras en todos aquellos lugares que no cuentan con recursos económicos suficientes o bien carecen de una política medio ambiental bien definida, ha sido el vertedero a cielo abierto o vertedero incontrolado. Estos vertederos están localizados en la mayoría de los casos en lugares totalmente inadecuados en los que se están produciendo importantes alteraciones del medio ambiente. Los residuos han sido eliminados mediante vertidos incontrolados, como es el caso de un 60% de los residuos de América Latina y el Caribe contaminando aire agua y suelo.

Se observa en estos lugares que se desconoce el manejo de las basuras, que se producen grandes acumulaciones de residuos con proliferación de vectores, los cuales se intentan minimizar prendiéndole fuego con el consiguiente deterioro ambiental. Es por este motivo que se pueden observar vertederos incontrolados que están ardiendo continuamente.

Además cuando los residuos se depositan a cielo abierto se descomponen dando lugar a la aparición de malos olores, a consecuencia de microorganismos patógenos responsables de una gran cantidad de enfermedades que afectan al hombre. Como resultado de la acumulación de una gran variedad de materiales donde predomina la fracción orgánica (caso de América Latina y el Caribe), los vertederos incontrolados se ven frecuentados por especies animales, que en algunos casos pueden llegar a constituir verdaderas plagas, o bien ser vía de transmisión de enfermedades originadas en los microorganismos patógenos. Finalmente se puede señalar la contaminación del agua superficial y subterránea junto a la natural degradación del paisaje.

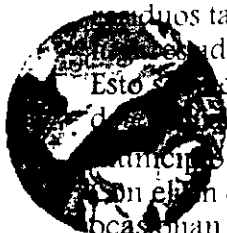
Para evitar todos estos problemas es necesario que los residuos tanto urbanos como rurales sean tratados en lugares adecuados preservando el medio en que vivimos.

Esto se puede conseguir mediante una adecuada acción de control y vigilancia por los responsables de cada ayuntamiento o municipio.

Con el fin de evitar las implicaciones negativas que ocasionan los vertidos incontrolados, se han desarrollado nuevas técnicas que tienden a controlar y eliminar o desaparecer los efectos desfavorables.

Este tipo de relleno se denomina relleno sanitario o vertedero controlado.

Es posible convertir un vertedero incontrolado en controlado utilizándose el mismo terreno siempre y cuando se cumplan los siguientes requisitos:



Manejo y operación de un vertedero



- Efectuar un diagnóstico que determine la calidad ambiental del vertedero incontrolado.
- Evaluar las consideraciones de cierre, sellado y reinscripción que permita el desarrollo de un nuevo vertido.
- Evaluar la vida útil del nuevo proyecto, la cual deberá superar los cinco años para que sea rentable.

1.2. Relleno sanitario o vertedero controlado.

1.2.1 Rellenos sanitarios convencionales.

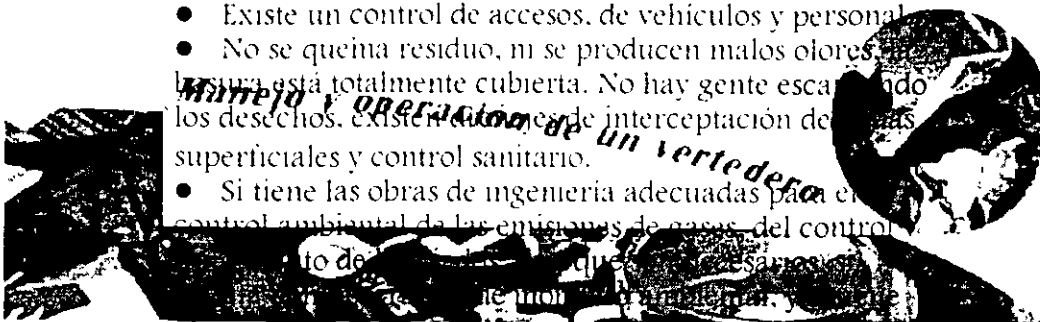
Los rellenos convencionales o mecanizados son los que se aplican en todas las localidades con suficiente basura para justificar económicamente el uso de maquinaria pesada para las operaciones unitarias de excavar para preparar el terreno, alojar material de cobertura, mover las basuras y cubrirlas. Según 123a "American Society of Civil Engineers -ASCE", "Relleno Sanitario es la técnica para la disposición de la basura en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin ocasionar molestias o peligros para la salud y seguridad pública. Este método utiliza principios de ingeniería para confinar las basuras en el menor espacio posible, reduciendo su volumen al mínimo posible. La basura así depositada, se cubre con una capa de tierra, denominada material de cobertura con la frecuencia necesaria, por lo menos al fin de cada jornada, esta capa de tierra tiene como finalidad asegurar un vertido sanitario sin malos olores, migración incontrolada de gases o atracción de vectores y animales".

Como puede apreciarse, se trata de una obra de ingeniería, que se desarrolla en un área determinada y como resultado final produce la modificación de la topografía del terreno. Su ejecución brinda un servicio que es la disposición final de los residuos sólidos producidos por el núcleo urbano. Se puede considerar que un vertedero es controlado cuando reúne las siguientes características:

- El almacenamiento se realiza de tal forma que evitan molestias y riesgos para la salud pública así como la degradación del medio ambiente.
- El terreno dedicado a vertedero está perfectamente delimitado y cercado.
- Existe un control de accesos, de vehículos y personal.
- No se quema residuo, ni se producen malos olores. La basura está totalmente cubierta. No hay gente escarbando los desechos.
- Existen obras de interceptación de aguas superficiales y control sanitario.
- Si tiene las obras de ingeniería adecuadas para el control ambiental de las emisiones de gases, del control de olores, de ruido, de plagas y de animales.

planes de clausura y posclausura.

Un aspecto importante para remarcar es que los enterramientos sanitarios posibilitan métodos más complejos de tratamiento y llevan a cabo acciones

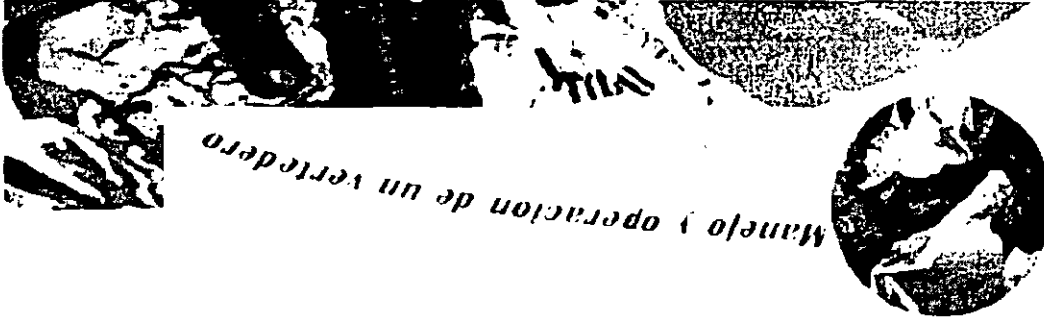


correctivas en caso de contaminación de las napas, cursos de aguas y/o suelos.

1.3 Rellenos sanitarios manuales

Los rellenos sanitarios manuales se usan generalmente en pequeñas localidades que producen muy poca basura. Lo más común es usarlos en las localidades que producen menos toneladas/día, o sea hasta unos 10 000 a 20 000 hb. Sin embargo pueden usarse para mayores cantidades sin muchos problemas. Los rellenos manuales se ajustan perfectamente a la definición de relleno sanitario de la ASCL, expuesta anteriormente y la única diferencia es que las operaciones unitarias de excavar para preparar el terreno y la altura material de cobertura siguen siendo hechas con maquinaria pesada cada tres o cuatro meses, mientras que las operaciones de movimiento de las basuras y el transporte y acomodo de las basuras se hace manualmente con herramientas como carretillas manuales, picos y palas.

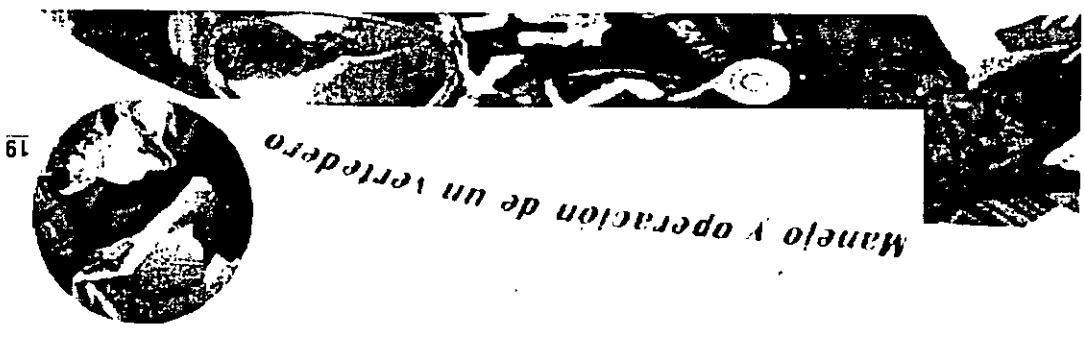
En los sitios donde el terreno es relativamente plano se usa el sistema de trinchera y en los terrenos más sinuosos se usa el sistema de manera muy similar a los rellenos mecanizados grandes. El sistema de trinchera consiste en lo fundamental en hacer, con maquinaria pesada, una o dos trincheras con una gran profundidad de dos a tres metros, con un ancho de dos a tres metros también (depende de la maquinaria que se use) y un largo suficiente para formar toda la basura que llegue al relleno durante tres o cuatro meses. El material excavado se acumula a un solo lado de la trinchera. Los camiones llegan y desderran la basura hacia el fondo de la trinchera por el lado no ocupado por la tierra excavada. Para tener una idea de la proporción de la operación, si la localidad produce unas 6 ton al día de basura, esto representaría posiblemente una sola camionada de un camión compactador de capacidad de un camión abierto usualmente con uno o dos operadores en el relleno. El o los operadores acomodan la basura en el fondo de la zanja en el menor espacio posible. La compactación manual y pesadamente la cubren desde arriba con tierra excavada que está a un lado de la trinchera, para posteriormente compactar la cubriera y dejarla preparada el sitio para el día siguiente. En terrenos ondulados o sinuosos se utiliza la denominada operación por el sistema de arena, en los que el tractor prepara una superficie generalmente entre dos colinas a la que los camiones ge-neralmente bajan por un camino, desderran las basuras en un área predeterminada altamente, y los operadores acomodan y compactan las basuras y las cubren con material excavado previamente, por lo general de las laderas del sitio (para mayores detalles ver Anexo II y la publicación de OPS, sobre construcción, diseño y operación de rellenos sanitarios manuales).



Manejo y operación de un vertedero

1.4 Rellenos controlados.

Este término se empezó a usar durante los últimos años para denominar a los rellenos "no sanitarios" que cumplen con casi todas las características de estos pero tiene alguna falla. Por ejemplo, no tienen una impermeabilización adecuada en la base y generalmente no recolectan y tratan los lixiviados. El caso más común es cuando se mejora de manera sustancial un relleno o vertedero no controlado, pero la nueva operación no alcanza a cubrir todos los requisitos de un relleno sanitario. Muchos especialistas están de acuerdo en que lo importante es mejorar paulatinamente lo existente y llegar a mediano o corto plazo a un relleno sanitario verdadero, ya que generalmente los municipios no cuentan con los fondos necesarios para hacer fuertes inversiones.



Capítulo



Manuales

sanitarios.



2. Selección de emplazamientos para rellenos sanitarios.

La elección del lugar de emplazamiento es un elemento determinante en todo proyecto de vertedero controlado, puesto que va a condicionar su funcionamiento y explotación, tanto desde el punto de vista técnico como desde el ambiental e higiénico.

En la selección del emplazamiento hay que tener en cuenta los factores económicos, técnicos y constructivos, los factores ambientales y los factores políticos, legales y sociales.

Factores económicos, técnicos y constructivos.

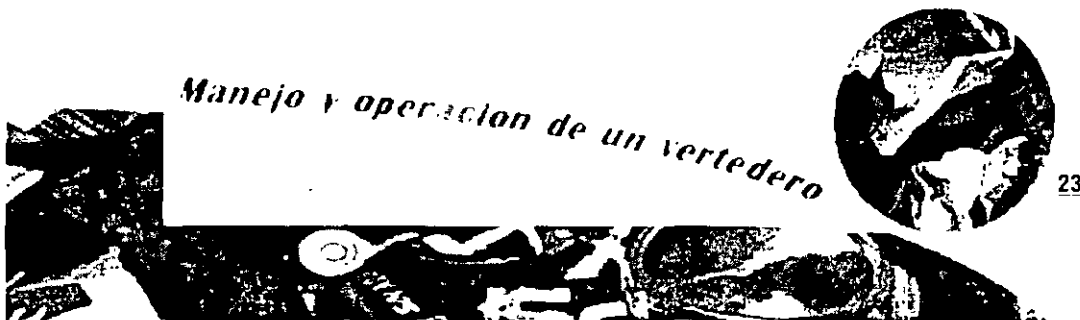
- Distancia de transporte a los núcleos de recogida de los residuos sólidos.
- Volumen útil o capacidad del vertido
- Sistema de accesos del posible emplazamiento
- Disponibilidad de material de cobertura y sellado
- Existencia de infraestructuras, agua, electricidad, teléfono
- Morfología
- Características geotécnicas del sustrato
- Costo del terreno
- Presencia o ausencia de recursos minerales y rocas industriales

Factores ambientales.

Los factores ambientales están relacionados con las posibles alteraciones e impactos que el vertedero puede generar sobre diferentes aspectos del medio:

- Distancia a núcleos habitados
- Aguas subterráneas
- Aguas superficiales
- Clima: pluviosidad, temperaturas, vientos, evaporación, evapotranspiración
- Suelos, tipos, usos
- Vegetación
- Fauna
- Riesgos geológicos: inundaciones, movimiento de laderas, erosiones, sismicidad
- Calidad del paisaje
- Incidencia visual
- Espacios naturales o de interés cultural y/o científico

Es recomendable que estos estudios se lleven a cabo por grupos interdisciplinarios.



Capítulo 2

Selección de emplazamientos de vertederos controlados. Metodología.

Factores políticos legales y sociales.

- Molestias a los vecinos por tráfico, polvos, ruidos, etc
- Oposición de la comunidad cercana al relleno por peligros reales o percibidos o síndrome NIMBY
- Oposición de vecinos y propietarios cercanos por temor a una devaluación de sus bienes
- Existencia de un plano regulador de la ciudad que limite el uso del suelo
- Existencia de grupos y partidos políticos y conservacionistas que se oponen con razón o sin ella

De los tres grupos de factores, la mayor parte de las veces, el más importante a tomar en cuenta es el último grupo, sin importar cuán aptos sean otros sitios desde el punto de vista técnico. *Es por esta razón que la primera opción que debe estudiarse es la de ubicar el nuevo relleno en el lugar, o donde se tenga el vertedero actual o en sus alrededores. De este modo la oposición pública será mínima pues en vez de "degradar" un nuevo sitio, lo estaremos mejorando.*

Una vez hecha la aclaración anterior se pasan a describir las técnicas de selección de sitios para el emplazamiento de rellenos, en la inteligencia de que el lugar del vertedero actual será uno de los candidatos en la selección

2.1. Fases para la selección de emplazamiento.

La identificación y selección final del sitio tiene que hacerse en principio siguiendo cuatro pasos principales

Fase 1: Proceso de clasificación del sitio (excluyendo áreas negativa).

Fase 2: Identificación de áreas para rellenos

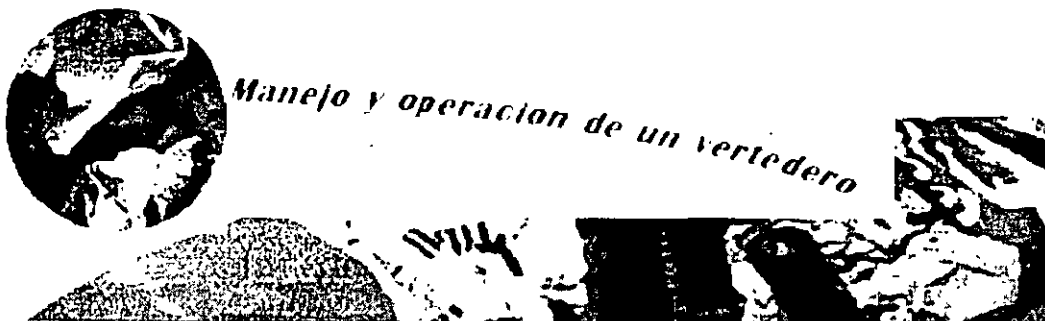
Fase 3: Estudio del sitio

Fase 4: Decisión final

Este proceso de estudio está destinado por una parte a la captación de información y por otra parte a reducir paso a paso el número de áreas y sitios potenciales.

Fase 1. Proceso de clasificación de sitios.

La selección de un sitio adecuado para la ubicación de un vertedero depende de



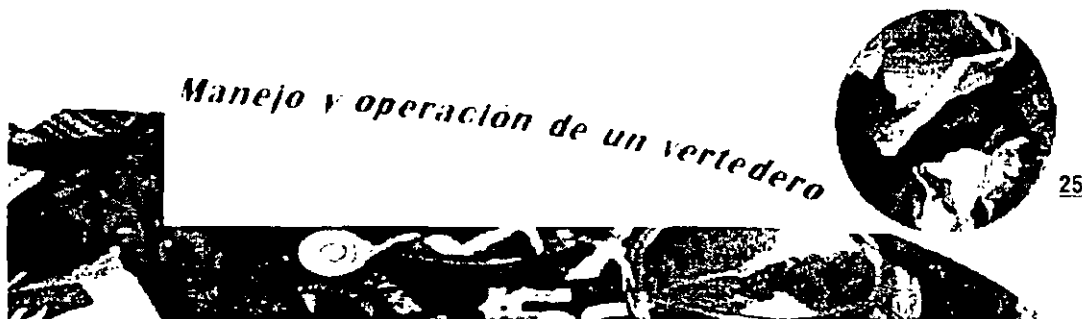
varios criterios. Algunos de estos excluyen absolutamente la posibilidad de construir un vertedero en un área determinada. Otros consideran factores negativos cuando se evalúa la factibilidad, especialmente los estudios relacionados con la hidrología, geología, geo-tecnia. Como factores básicos de la investigación en el proceso de selección, se deben seguir los siguientes criterios:

Los criterios excluyentes

- Áreas de protección y captación de aguas potable existente o prevista
- Áreas de grandes inundaciones
- Suelos cáusticos y áreas con condiciones de suelos de alta permeabilidad que permite una rápida penetración del agua o una posible lixiviación hacia el siguiente acuífero.
- Áreas con suelo inestable, como pantanos, brezales y/o majales
- Áreas con morfología extrema (pendientes pronunciadas, peligro de deslizamientos/avalanchas, etc.)
- Áreas amenazadas por depresiones, hundimientos, excavaciones profundas.
- Áreas a menos de 200 metros de zonas pobladas, y de preferencia a 500 m o más
- Áreas a menos de 1500 m de los pequeños aeropuertos con aviones a piston y más de 3000 m de aeropuertos con aviones de turbina
- Parques nacionales, áreas de protección de la naturaleza y monumentos naturales, áreas con flora y fauna importantes
- Sitios o patrimonios, histórico, religioso o cultural.
- Áreas en las llanuras de inundación de los ríos para avenidas con periodo de retorno de una vez cada 100 años

Existen otros criterios que pueden conducir a la exclusión de un área, especialmente en relación con impactos inaceptables sobre el agua subterránea o superficial y especialmente con zonas de captación de aguas. Por lo tanto se necesita, un conocimiento global del régimen de aguas subterráneas, incluyendo la siguiente información detallada:

- Régimen de aguas subterráneas, dirección de la corriente, gradiente y velocidad del flujo, incluyendo fluctuaciones de largo plazo y estacionales
- Permeabilidad (horizontal y vertical) o transmisibilidad de los estratos aflorados, con sus valores máximos y mínimos
- Distribución, espesor y profundidad de los acuíferos, incluyendo la ubicación de cualquier manantial
- Niveles de aguas subterráneas, indicando gradientes hidráulicos y velocidad efectiva del flujo en los componentes de los estratos manantiales, si procede
- Composición química del agua subterránea, incluyendo determinación de sustancias agresivas y calidad de la misma
- Posible contaminación anterior del subsuelo y del agua subterránea



Capítulo 2

Selección de emplazamientos de vertederos controlados Metodología

- Influencia de la reducción de la capa freática a corto y largo plazo, restablecimiento y extracción o aumento de agua subterránea en el futuro
- Precipitaciones efectivas, escurrimiento superficiales, velocidad de filtración, evaporación y recarga de agua subterránea

La mayor parte de esta información puede obtenerse mediante un estudio de gabinete que incluye una recopilación de toda la información disponible en archivos, mapas geológicos y topográficos, datos meteorológicos, fotografías aéreas

También debe revisarse la configuración y uso anterior del suelo, los datos relacionados con el abastecimiento y distribución de agua y el análisis de los datos obtenidos de pozos de sondeo

Además de los mapas geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos y los mapas de depósitos de minerales, también pueden producir información valiosa sobre el subsuelo publicaciones locales y regionales

Fase 2. Identificación de áreas.

En esta fase se efectúa una verificación de las áreas posibles desprendidas de la fase 1

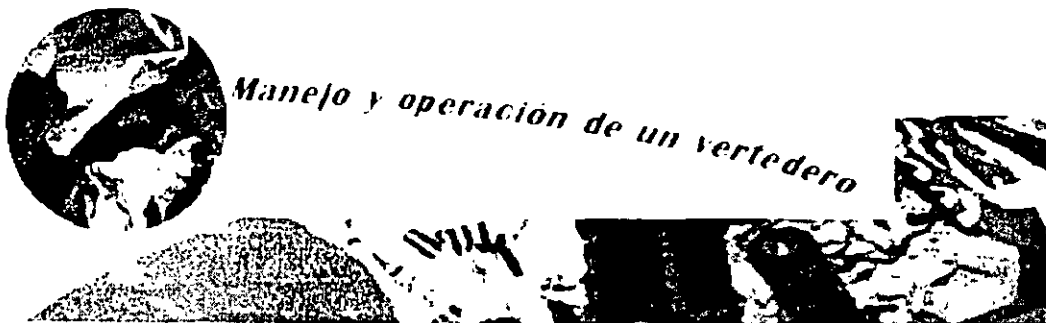
Se debe realizar una lista de verificación. Esta lista puede ser utilizada en el campo y debe ayudar al investigador a obtener una visión rápida de la situación general del sitio. Normalmente el investigador después de una visita al área debe ser capaz de hacer una primera evaluación del lugar indicando si existen condiciones favorables para la construcción del vertedero o no y si hay algún impacto ambiental importante y los parámetros respectivos

Al final de la visita de campo, el investigador debe estar en condiciones de realizar una pre-evaluación, considerando la necesidad de estudios adicionales, si el sitio parece inadecuado para la ubicación del vertedero

La lista de verificación para clasificar el sitio centra su atención en seis grupos de datos y parámetros principales

- Datos generales, es decir, volumen, circuitos de tráfico, distancias desde la fuente de desechos principal, situación morfológica general
- Hidrogeología y manejo de aguas
- Aspectos geotécnicos y de construcción
- Aspectos meteorológicos
- Protección de la naturaleza y uso del suelo

Algunos sitios donde la ubicación de un vertedero es complicada son



- Existencia de manantiales o pozos de agua potable a corta distancia.
- Acceso extremadamente malo, o bien que atraviese zonas de densidad de población elevadas.
- Grandes diferencias de altitud entre el área de recolección de desechos y el sitio seleccionado.
- Una actividad agrícola muy intensa, especialmente granjas de pequeña escala.
- Peligro de movimiento y deslizamiento de tierras con taludes muy inclinados.

En la mayoría de los casos, una combinación variada de factores negativos puede llevar a la exclusión de algunos sitios que ya no serán investigados.

Se debe realizar una hoja de evaluación que debe ir acompañada del informe técnico ("comentarios") es decir, un análisis explicativo de la decisión de evaluar el sitio.

Fase 3. Estudio de sitios.

Después de realizar una evaluación comparativa de los sitios seleccionados, un cierto número de estos (preferentemente entre 2 y 5) deben ser considerados favorables para realizar los estudios más profundos.

En aquellos sitios que pueden ser adecuados para un vertedero, se deben hacer estudios especiales referidos a:

Programas de Exploración del subsuelo utilizando métodos directos o indirectos.

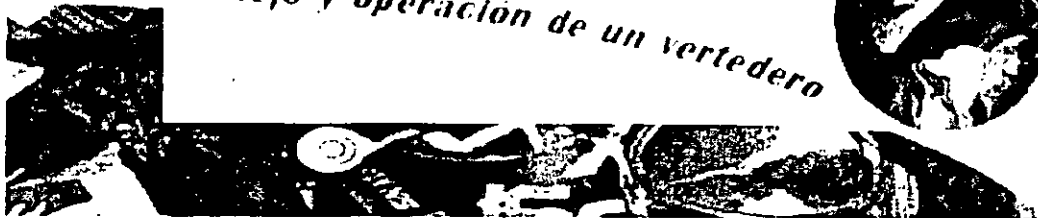
Los métodos indirectos son técnicas geofísicas como la de prospección geoelectrónica, el uso de radares capaces de penetrar en el suelo y determinar la refracción sísmica. La selección de las técnicas geofísicas depende del entorno geológico. Estos métodos dan una gran cantidad de datos los cuales deben ser interpretados por especialistas y en último caso ir acompañados de métodos directos como pozos de sondeos o pruebas "in situ".

También encontramos otros métodos directos como:

- Perforación de pozos de muestreo
- Pruebas "in situ"
- Hovos
- Excavación de fosos
- Excavaciones de trincheras
- Ensayos de corte y de carga

Estos métodos directos proporcionan descripciones de los estratos del suelo, formaciones rocosas, profundidad a la que se encuentran, resultados de ensayos de penetración estándar y ensayos de rotura e incluso permiten la recolección de muestras para realizar pruebas de laboratorio.

Manejo y operación de un vertedero



Capítulo 2

Selección de emplazamientos para rellenos sanitarios

En relación con los aspectos geotécnicos e hidrogeológicos, el subsuelo de un vertedero tiene que cumplir las siguientes condiciones:

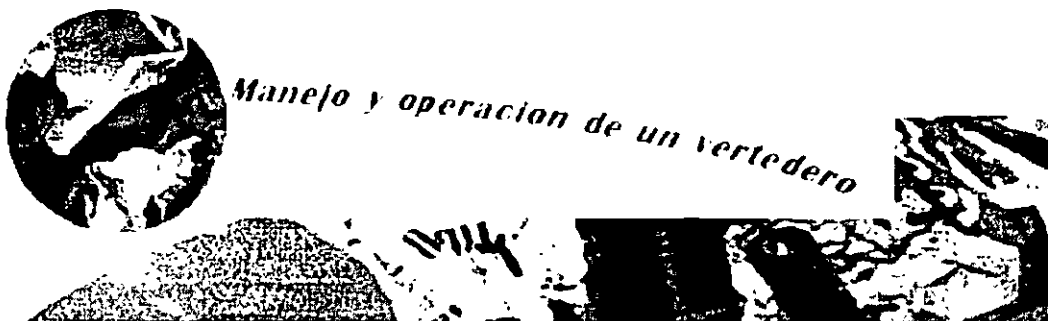
- El subsuelo o capa portante debe ser de origen natural (barrera geológica) o puede ser construida artificialmente por capas (barrera técnica) con una baja permeabilidad ($K=10^{-7}$ cm/seg.) y de ser posible debe tener una alta capacidad de absorción (contenido arcilloso)
- El nivel del agua subterránea debe estar al menos a un metro por debajo de la superficie portante del relleno

Es especialmente importante que los pozos de investigación, los hoyos de prueba, las trincheras y los demás procedimientos se realicen lo más cerca posible del sitio elegido para el estudio. Los resultados de la investigación del sitio deben ser sometidos a un análisis y evaluación global, tomando en cuenta la etapa particular de diseño y los requisitos específicos del plan de seguridad general. Esta información debe estar contenida en un informe geotécnico que debe cubrir los siguientes aspectos:

- Descripción y representación de la estructura geológica
- Presencia e idoneidad de estratos naturales de baja permeabilidad (espesor, continuidad horizontal, profundidad, permeabilidad, capacidad de absorción) es decir, evaluación global del subsuelo como barrera natural para el sitio
- Régimen de aguas subterráneas y permeabilidades dentro del área que será rellenada
- Estabilidad de los taludes naturales y artificiales
- Capacidad de carga y deformabilidad del subsuelo
- Fallas, asentamientos posibles del suelo, riesgo de colapso, terremotos y otras situaciones peligrosas
- Medidas geotécnicas necesarias para mejorar la calidad del subsuelo como barrera de seguridad natural

Impacto de tipo social, económico y geográfico. Además de la inspección detallada de la situación geológica, otros aspectos no geológicos también deben ser integrados en la evaluación, tales como:

- Situación local de las áreas pobladas (problemas de olores, ruido, desechos acarreados por el viento)
- Caminos de acceso u otros circuitos de tráfico, como el ferrocarril
- Posibilidad para el tratamiento del lixiviado, así como el posible uso del gas y su tratamiento.
- Impactos sobre la situación ecológica local, incluyendo el paisaje en general.



- Impactos sobre extensiones de agua existentes
- Influencia sobre zonas de recreo.
- Evaluación de costos y relación de costo-beneficio.

Para la evaluación final de un sitio para un relleno se necesitará una evaluación de impacto ambiental, que se desarrollará en el Módulo IV Impacto Ambiental.

Fase 4. Decisión final.

La última fase del proceso de clasificación comparativa de sitios es crucial antes de pasar a la etapa de diseño. Las autoridades interesadas son las que una vez recogida toda la información descrita anteriormente deberán decidir cuál es la ubicación que recibirá la mayor prioridad.

Con el fin de evitar obstáculos insuperables con personas o grupos directamente involucrados en el proceso de decisión la información al público debe comenzar en la Fase 2, con el objetivo de mantener la mayor transparencia posible.

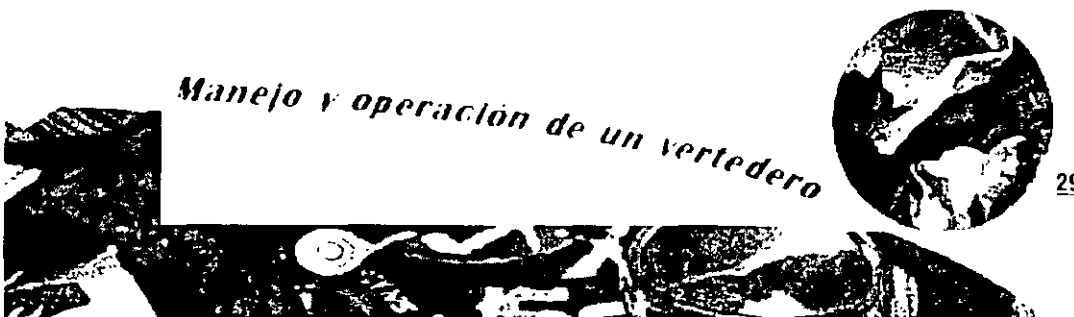
La elección de un sitio depende en última instancia, en gran medida de preferencias individuales o intereses personales. Cualquier persona encargada de tomar la decisión deberá aceptar que la recomendación final es un compromiso entre factores y limitaciones socioeconómicas y ecológicas.

Evidentemente, lo más ventajoso sería llenar todas las expectativas financieras y ambientales, o por lo menos debería tratarse de encontrar un equilibrio, con el objetivo de alcanzar un nivel que no implique ningún riesgo ambiental ni financiero, siendo descartadas opciones que presenten un claro impacto negativo en el medio ambiente o de corte socioeconómico para la región.

La clasificación de sitios con modelos matemáticos, frecuentemente utilizada, para la ubicación de un vertedero controlado, no satisface el proceso de decisión completo requerido, no son más que instrumentos para apoyar el procedimiento de presentación y discusión.

La decisión final es un proceso político donde deberían incluirse aspectos ambientales, económicos, sociales dando participación a todos los actores locales importantes.

A continuación presentamos un ejemplo de ficha que puede facilitar la clasificación de un sitio.



Capítulo 2

Selección de emplazamientos para rellenos sanitarios

LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA CLASIFICACIÓN DE UN SITIO

a. Datos del lugar en estudio

Pueblo/ciudad

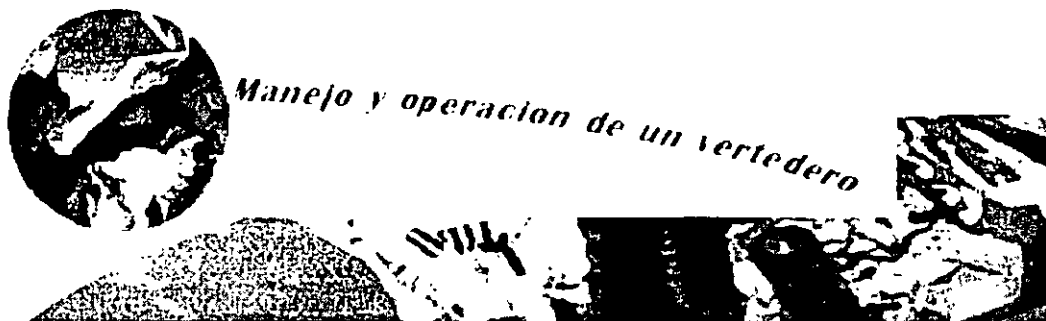
Coordenadas (X, Y) del lugar elegido

Altitud

Mapa de localización

b. Características

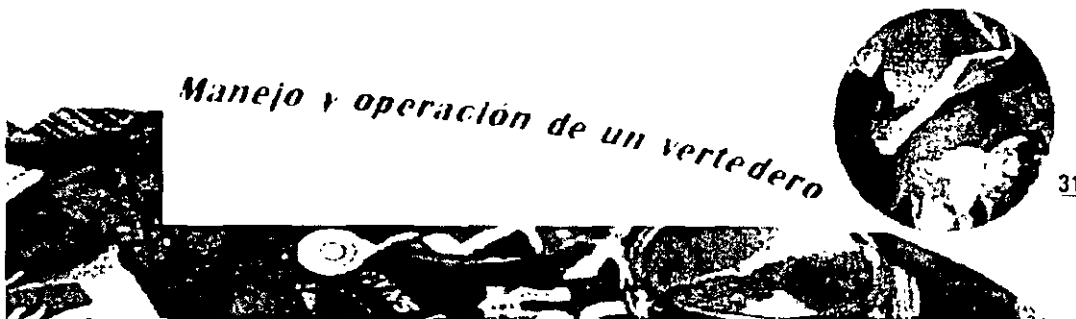
1 - Datos generales	
<i>Distancia desde la principal fuente de desechos (<5Km/ 5-15Km/ >5km)</i>	
<i>Posible volumen/capacidad</i>	
<i>Circuitos de tráfico/caminos de acceso existentes</i>	
<i>Situación morfológica (p.e. planicie, ladera, valle)</i>	
<i>Terrenos disponibles</i>	
<i>Otros</i>	
2 - hidrogeología, hidrología, protección del agua	
<i>Áreas de protección de agua potable cercana</i>	
<i>Áreas de captación de aguas</i>	
<i>Distancias hasta próxima captación</i>	
<i>Características geológicas y geológicas</i>	
<i>Características hidrográficas</i>	
<i>Datos de precipitación</i>	
<i>Otros</i>	



3.- Aspectos geotécnicos y de construcción		
Possibilidad de drenaje de agua superficial		
Drenaje del lixiviado Tratamiento del lixiviado		
Barrera geológica		
Lineamientos geológicos (fallas)		
Existencia de material de cobertura (20 a 25% del volumen de desecho)		
Actividades mineras/excavaciones		
Aspectos mecánicos del suelo/ asentamientos establecidos		
Otros		
4.- Meteorología		
Previsiones		
Condiciones atmosféricas (Dirección de vientos corriente ect)		
Otros		
5.- Fuentes de emisión/contaminación existentes		
Botaderos existentes (clausurado/en operación)		
Áreas de vertederos		
Fuentes de contaminación de aire y ruido		
6.- Emisiones por planta de tratamiento planificada		
Caminos de acceso que atraviesa asentamientos		
Calidad del camino que atraviesa el asentamiento		
Efectos de las emisiones del ruido		
Efecto de emisiones de olores		
Otros		
7.- Protección de la naturaleza y uso del suelo		
Degradación general del paisaje /exposición		
Parques nacionales/áreas de protección de la naturaleza		
Biotopos importantes		
Usos del suelo		
Zonas forestales importantes		
Zonas turísticas		
Lugares culturales		
Otros		

- 0 -

- + condiciones favorables/ningun impacto
- 0 indiferente/ningun impacto negativo significativo
- condiciones no favorables/impacto negativo
- c Criterios adicionales importantes
- d Comentarios
- e Primera evaluación del lugar estudiado
- f Investigaciones adicionales propuestas



Capítulo



Manejo y operación de un ve



3. Principales factores a considerar en el diseño de un vertedero controlado.

Al igual que ocurre con el emplazamiento, son numerosos los factores que inciden en la construcción de un vertedero. Aquí los hemos agrupado en tres grupos: los referidos al procesamiento de los residuos, los relativos al acondicionamiento del relleno y los métodos para depositar los residuos.

3.1 Fases del diseño de rellenos sanitarios.

A continuación se listan las fases del diseño del relleno sanitario una vez que se ha seleccionado el emplazamiento más adecuado.

3.1.1 Primera fase. Macrodiseño y vida útil

Para iniciar el diseño del relleno sanitario, es necesario conocer la cantidad de basura que se debe enterrar en los próximos 10 a 15 años. Esto se puede calcular con base en la matriz de planificación de los servicios según se ve en el Documento de Apoyo en la parte de estudios previos. A dicha matriz se le añaden dos columnas, una para el volumen anual y otra para el volumen acumulado a lo largo de los años. El volumen anual se calcula como sigue:

$$V = 365 \times TD / PV$$

en donde

V volumen anual en m³

365 el número de días en un año

TD tonelaje diario recolectado

PV peso volumétrico o densidad de la basura compactada en el relleno

La columna de volúmenes acumulados de basura que se han dispuesto en el relleno hasta un año dado, se calculan sumando la producción cada año al acumulado del año anterior. Finalmente la última columna representa el volumen real ocupado del re-

Manejo y operación de un vertedero



Capítulo 3*Diseño y operación de rellenos sanitarios*

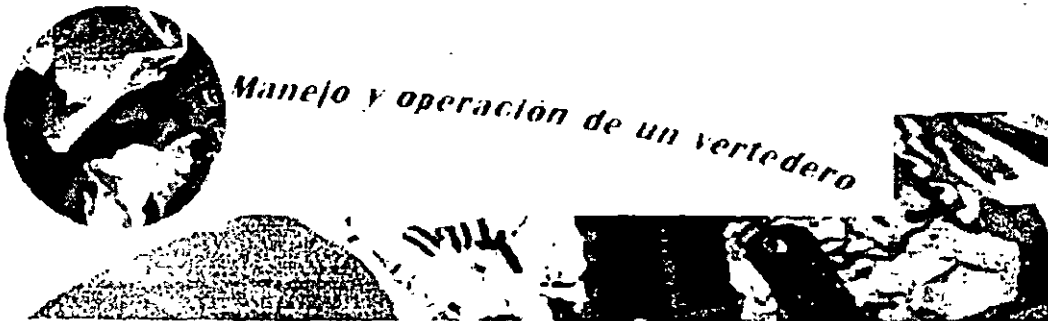
lleno cuando se agrega la tierra de cobertura, que varía en los rellenos entre un 20 a un 25 %.

Para ejemplificar lo anterior, se ha tomado la matriz de planificación de la localidad hipotética de San Pedro a la cual se le han agregado las tres columnas de volúmenes según se explicó anteriormente.

Ejemplo de Matriz de Planificación Adaptada para el Diseño del Relleno Sanitario

PREDICCIÓN DE BASURAS Y ESPACIO PARA RELLENO SANITARIO**SAN PEDRO**

Notas:



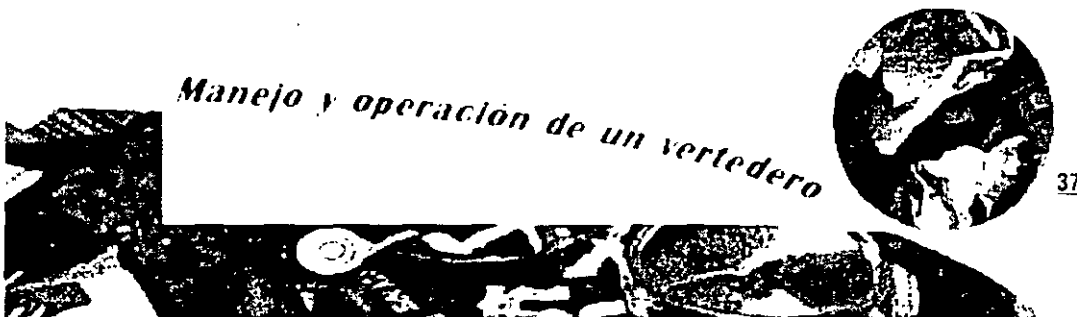
La matriz anterior puede ser modificada con columnas adicionales en los casos que se haya decidido que previamente al relleno se harán algún tipo de reciclaje o de tratamiento como incineración o compostaje, los cuales disminuirían parcialmente las cantidades que llegan al relleno sanitario.

Para poder estimar la vida útil del sitio seleccionado se deberá hacer un macrodiseño o diseño preliminar del relleno sanitario, el cual consiste de los siguientes pasos

- Sobre un plano topográfico del sitio con líneas de nivel, se hace una distribución aproximada de las instalaciones como el cercado, el área de amortiguación, los caminos de acceso, los talleres, casetas, sitios de tratamiento de lixiviados, etc. Finalmente se delimita el área que puede ser rellena con basura.
- Sobre el área que va a ser rellena se traza la superficie rasante del proyecto, es decir como quedará el terreno excavado sobre el cual se va a desplantar el relleno
- Se procede a trazar la superficie final con que quedará el relleno una vez terminado al cabo de los años
- El volumen comprendido entre estas dos superficies debe calcularse por alguno de los métodos topográficos que existen para calcular volúmenes. Este volumen será el que a lo largo de los años irá ocupando la basura con su respectiva tierra, tanto la de cobertura diaria como la de la cobertura final
- Con el volumen así calculado se entra en la matriz de planificación comparándolo con los volúmenes de la última columna hasta encontrar uno igual o ligeramente mayor, y ahí se verá a que año calendario corresponde y encontrar así su vida útil

3.1.2 Segunda Fase. Planificación del programa o calendario de relleno.

Una vez determinada la vida útil se debe proceder a detallar más el proyecto de la obra del relleno. Para esto es importante determinar la altura de las celdas que se construirán. La altura de las celdas está determinada por el tipo de relleno que estemos



Capítulo 3

Diseño y operación de rellenos sanitarios

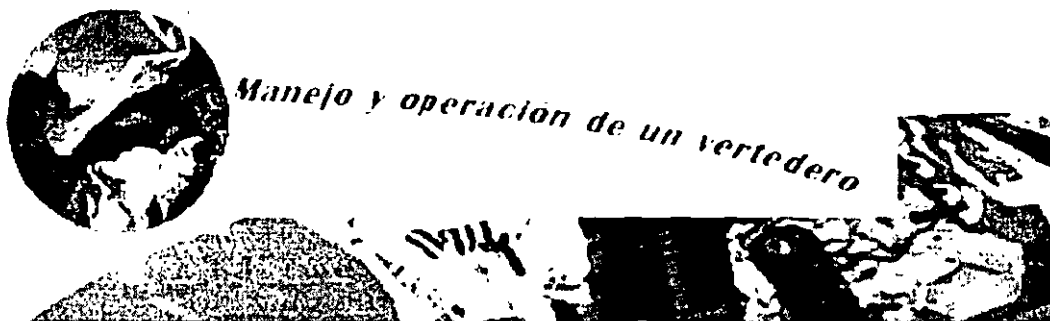
construyendo. Por ejemplo en los rellenos manuales se aconseja que la altura de la celda sea de 50 o 60 cm de alto, mientras que en los rellenos sanitarios convencionales se recomiendan alturas de 2 a 5 metros, dependiendo de la cantidad diaria de basuras, del tamaño de la maquinaria y de la tierra disponible para la cobertura. Así, una vez definida la altura de la celda, quedé definida la altura de las capas que tendrá el relleno (ver fig 7, más adelante) y el número de capas que habrá entre la rasante inferior del relleno y la superficie final que se definió para determinar su vida útil. En la figura 7 se han definido 3 capas, pero los rellenos pueden tener muchas más si es necesario. Muchos rellenos grandes alcanzan hasta 40 o 100 m de altura total. Al definir las capas del relleno quedan definidas superficies que van definiendo nuevos volúmenes que como ya dijo pueden ser calculados por métodos topográficos. Estos volúmenes definen en la matriz de planeación del relleno, el año en que se va a ir alcanzando cada nivel, con lo que se puede calendarizar la obra o sea tener un programa de avances para toda la vida útil. Este programa permitirá a su vez programar todas las obras conexas al relleno como las carreteras y caminos secundarios para que los camiones lleguen al frente de trabajo, las obras de tratamiento de lixiviados, los canales de desvío de las aguas de lluvia y otros.

3.1.3 Tercera Fase. Diseño de la celda diaria.

Cada capa del relleno que se ha definido estará constituida por las celdas diarias. Podrá haber muchas celdas en cada capa o nivel del relleno y cada capa podrá durar meses o años incluso. En cada celda debe caber la basura que llega al relleno en un día, o sea que sus dimensiones dependerán de

- Cantidad de basura diaria
- Altura de la celda o sea de la capa
- Ancho del frente de trabajo, el cual se define en función del número de camiones que deben descargar al mismo tiempo en el frente de trabajo para que no se formen colas y del tiempo de descarga (los camiones que no tiene descarga automática pueden tardar hasta 30 min, mientras que los otros tardan solo 3 a 5 minutos)

El tamaño de la celda irá haciéndose mayor año con año, puesto que irá creciendo la cantidad de basura recogida. Así por ejemplo en el caso hipotético de San Pedro, el primer año la celda podría definirse como sigue



Cantidad diaria de basura y tierra de cobertura.

$$V = (TD / PV) \times 1.2 = (66/0.9) \times 1.2 = 88 \text{ m}^3$$

Por ser un relleno pequeño, la máquina o tractor usado será pequeño y no conviene tener más de dos metros (H) de altura de celda (la máquina en realidad deberá mover y compactar solo 88 m³ de materiales y esto lo puede hacer fácilmente un tractor tipo D4 que es uno de los bulldozer más pequeños). Se supone que el servicio tiene unos siete vehículos compactadores (cada uno recogiendo unas 10 ton en dos viajes), que no llegan al relleno al mismo tiempo, por lo que al frente de trabajo se le supone un ancho para dos vehículos descargando al mismo tiempo, uno del servicio municipal y uno privado, o sea lo fijamos en unos ocho metros de ancho (B). Así el fondo de la celda deberá tener:

$$F = V / (H \times B) = 88 / (2 \times 8) = 5.5 \text{ m de fondo de celda}$$

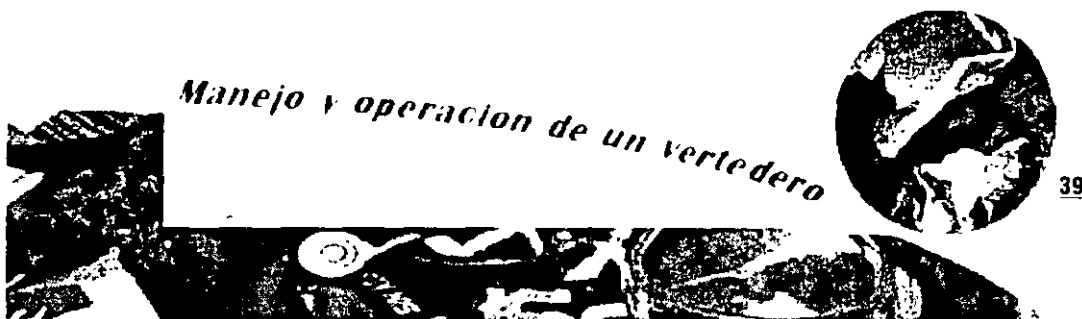
Por supuesto la celda teórica calculada anteriormente parece ser un paralelepípedo rectangular. En la realidad no es rectangular sino que está inclinado con taludes laterales por todos sus lados, pero la superficie expuesta en la capa si es de 5.5 x 8 metros o sea 44 m².

En el ejemplo, si suponemos que el relleno en el primer nivel o capa tuviera unas tres hectáreas o sea 30,000 m² de área, la duración de esa capa sería de 30,000 / 44 = 681 días o sea unos 23 meses o casi dos años.

3.1.4 Cuarta Fase. Microdiseño del relleno.

Una vez definido el diseño del relleno a nivel macro, se debe proceder al microdiseño del mismo, el cual debe comprender:

- Estudios detallados de topografía, geotécnicos y geohidrológicos y otros.
- Diseño de tallado de obras complementarias como cercas, casetas, talleres, caminos y otros.
- Obras hidráulicas de desvío y canalización de aguas superficiales y de lluvias.
- Obras hidráulicas de captación, conducción, almacenamiento y tratamiento de lixiviados.



Capítulo 3

Diseño y operación de rellenos sanitarios.

- Obras de captación, conducción y quema o tratamiento de biogas
- Programas, obras, pozos de monitoreo de aguas y gases.
- Determinación de los sitios o bancos de préstamo de excavación de materiales de cobertura
- Diseño de la superficie de desplante del relleno y de su impermeabilización ya sea con arcilla o con membranas sintéticas
- Diseño de la superficie final, incluyendo su impermeabilización y adaptación para siembra de cubierta vegetal
- Diseño de los programas de clausura o sellado y los de posclausura.
- Estudio de impacto ambiental
- Estudio de costos, tanto de inversión como de operación y del análisis financiero de ingresos y egresos o sea el flujo de caja.
- Establecimiento de políticas de gestión como ser las decisiones de si la operación y construcción serán municipales o privadas
- Establecimiento de las bases de licitación si procede, o del programa de gerenciamiento propio



3.2 Transición entre el viejo y nuevo relleno sanitario.

Existen dos casos típicos para la transición, el primero es cuando se ha seleccionado un sitio diferente para el nuevo relleno sanitario, y el segundo es cuando se ha decidido usar el antiguo sitio para transformarlo en un nuevo relleno sanitario, según se vio en el Capítulo 2 de este Módulo.



Manejo y operación de un vertedero



3.2.1 Cierre del viejo relleno.

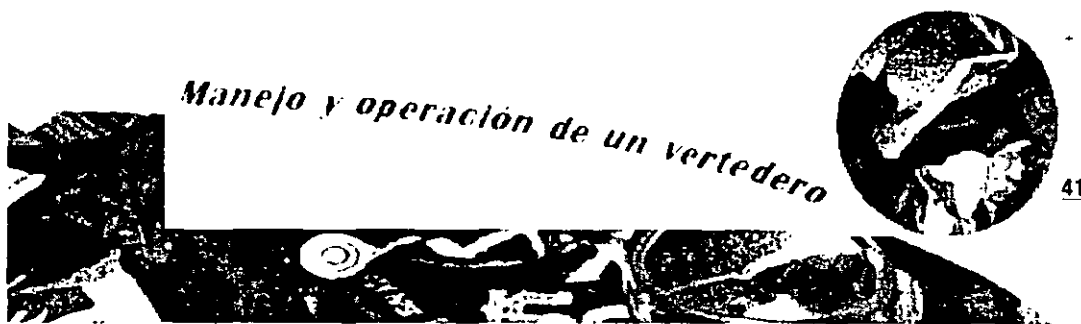
En el caso de que el nuevo relleno esté en otro sitio, el relleno o vertedero viejo tendrá que clausurarse o sellarse, pero el proyecto de cierre deberá tomar en consideración que ese sitio deberá seguir recibiendo la basura hasta el momento en que el nuevo sitio cuente con toda la infraestructura para hacerlo. Esto es válido tanto para los rellenos sanitarios pequeños o manuales que para los convencionales. Si el viejo relleno es sanitario las obras de cierre serán sencillas y deberán estar previstas en el proyecto inicial. Si en el viejo sitio la operación era no controlada, entonces se debe formular un proyecto de cierre que contemple la cobertura de la vieja basura tomando en cuenta dos factores

- Minimizar los movimientos de tierra y de basura para bajar los costos.
- Tomar las medidas pertinentes para proteger el ambiente tanto durante el cierre como después de él.

Si los costos, la topografía y las condiciones geohidrológicas lo permiten, la basura puede enterrarse en trincheras que se construyen lo más cercanas posible para evitar acarreo innecesarios. La basura se coloca en la trinchera en capas compactadas con la maquinaria, para luego cubrirla con 40 o 60 cm de tierra. En caso contrario se deberá concentrarla en la menor área posible por encima del nivel del suelo, compactándola por capas para luego cubrirla con 40 a 60 cm de tierra tanto en la superficie superior como en los taludes, con todos los cuidados que se mencionan más adelante en capítulo correspondiente a Cierre de Vertederos. Durante toda la operación de cierre se deberá seguir recibiendo la basura diaria.

3.2.2 Conversión de un vertedero no controlado en relleno sanitario

Cuando se ha decidido utilizar el mismo sitio convirtiéndolo en un relleno sanitario, se deben seguir los mismos pasos descritos anteriormente, pero el proyecto deberá ser integrado, es decir el proyecto de clausura se integra al del relleno ya sea este manual o mecanizado. Si el nuevo relleno es del tipo de trinchera, conviene hacer el enterramiento de la basura vieja por el mismo método, y simplemente continuar abriendo trincheras para la basura nueva a continuación de las trincheras usadas para el cierre. Si el nuevo relleno se ha proyectado como relleno de área, entonces las nuevas celdas se pueden construir sobre las trincheras de cierre si este fue el método usado, o recargarse sobre las obras de cierre, si este fue hecho por el método de área. Si se está



Capítulo 3 *Diseño y operación de rellenos sanitarios.*

trabajando en terreno montañoso y el viejo relleno estaba en el fondo de una cañada. obras de la vieja basura enterrada, pueden usarse como piso para construir el relleno sobre ellas, piso sobre piso. Por supuesto se deberá prever que durante toda la operación de cierre del viejo vertedero y apertura del nuevo, se deberá seguir recibiendo la basura diaria.

A continuación se procede a detallar algunos de los conceptos anteriores de diseño y operación de rellenos sanitarios.

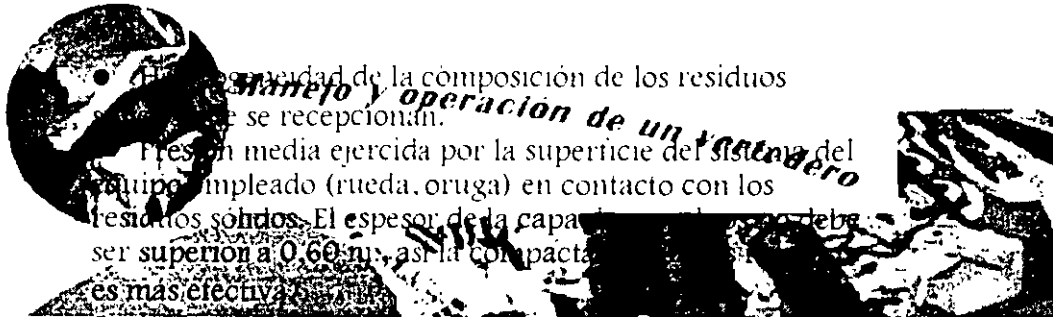
3.3. Factores relativos al procesamiento de los residuos.

Contemplan principalmente lo referido a compactación de los residuos depositados en el vertedero, asentamiento sobre la capa inicial, contenido de humedad de los materiales y la pendiente de la capa compactada.

3.3.1. Compactación.

La compactación de los residuos consiste en comprimir o reducir su volumen con el fin de alargar la vida del vertedero además de fijar los residuos para evitar migraciones y comportamientos no directos evitando así que se produzcan asentamientos o hundimiento del terreno. Este es un factor importante pues permite una adecuada optimización de los residuos (ver Figura N° 1). La densidad de los residuos sólidos al ser descargados, por un vehículo normal de recolección, está comprendida entre 0.3 y 0.5 Tn./m³ dependiendo del equipo compactador que se utilice. La compactación a realizar depende de los siguientes factores:

42



• La diversidad de la composición de los residuos que se reciben.

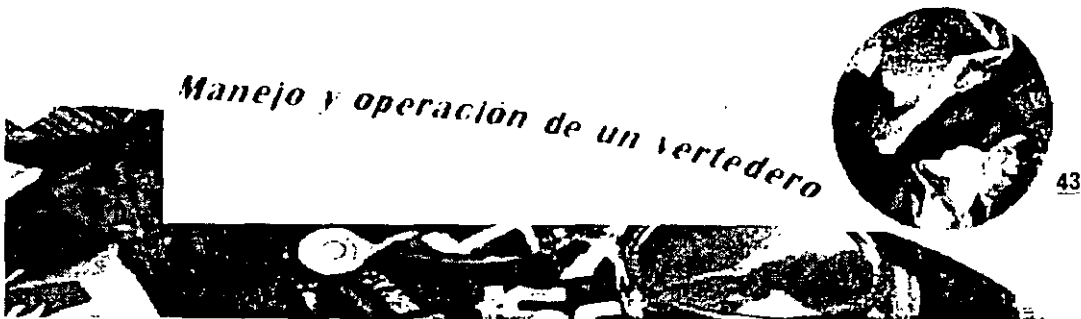
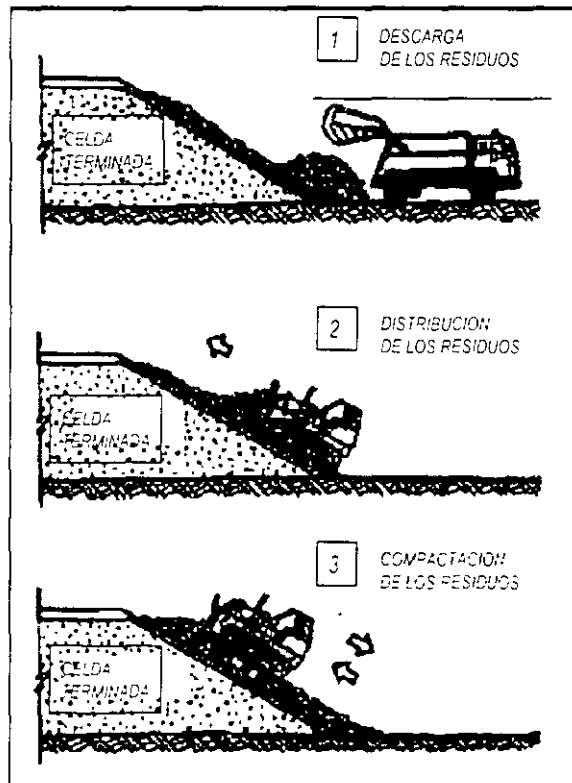
• La presión media ejercida por la superficie del sistema del equipo empleado (rueda, oruga) en contacto con los residuos sólidos. El espesor de la capa compactada debe ser superior a 0.60 m, así la compactación es más efectiva.

• La pendiente del área de trabajo de los equipos. Los mayores valores se obtiene con pendientes suaves (iguales o menores a 3:1). Para inclinaciones mayores la compactación es menor. El acomodamiento, empuje y

Lo ideal es trabajar en pendiente, esparciendo los residuos en capas de 0.60 m. En forma uniforme y compactar con 3 pasadas de compactadora o 5 de topadora de no menos de 10 Tn. de peso. La pendiente máxima tolerada es de 30° y la mínima de 15°.

Durante el relleno puede lograrse una densidad máxima de 0.9 Tn /m3, con la utilización de compactadoras y equipos pesados, especialmente diseñados para la construcción de rellenos sanitarios como son las "pata de cabra" con compactador-triturador in-situ. La densidad mínima que se puede pretender es 0.5 Tn./m3 (pudiendo aceptarse una compactación en vertederos manuales de 0.45 Tn./m3).

Figura N°1: Manera de compactar los residuos.



Capítulo 3

Diseño y operación de rellenos sanitarios.

3.3.2. Asentamiento.

Una correcta compactación permite minimizar los asentamientos a producirse en el periodo de estabilización y consolidación final de vertedero. Los valores probables de los asentamientos pueden estimarse entre el 50% y el 30% de la altura neta de la capa de basura, dependiendo este valor de

- El proceso biológico que se desarrolla en el periodo de estabilización que transforma la materia orgánica contenida, produciendo una disminución en la altura del manto de residuos sólidos, utilización para el relleno;
- El grado de compactación logrado en la operación;
- La calidad de los residuos.
- Las condiciones climáticas del área de emplazamiento.
- El equipo empleado

El tiempo en que se produce el asentamiento es de 10 a 15 años, verificándose en los primeros 5 años el 90% del asentamiento total a producirse



3.3.3. Contenido de humedad.

El contenido de humedad de los materiales a procesar es otro de los factores a ser considerado en forma especial

Un alto contenido de humedad, producido generalmente por la infiltración del agua de lluvia, conduce a la saturación generando lixiviado o líquido percolado con alta carga contaminante. Se debe considerar la humedad con que se descompone el residuo (40-60%) y la capacidad de campo (capacidad de retención de líquido por parte de la masa del vertedero), para determinar la cantidad probable de lixiviado que genere el vertedero

3.3.4. Pendientes.



Manejo y operación de un vertedero



La necesidad de compactar, minimiza la infiltración de aguas de lluvia y elevar el rendimiento de residuos dispuestos por unidad de áreas obliga siempre a producir elevaciones en el terreno natural.

La superficie final debe tener una pendiente comprendida entre el 2% y el 3% y es la misma a dar cuando se realice la capa compactada de cobertura final, para que una vez producido el asentamiento queda una superficie que no sea menor que al 1%

3.4. Factores relativos al acondicionamiento del relleno sanitario.

Los principales factores están referidos a las características y acondicionamiento del lugar a utilizar, al manejo de los líquidos y gases que generan los residuos y a la cobertura que se debe realizar al terminar de disponer los desechos

3.4.1. Característica de los suelos a utilizar.

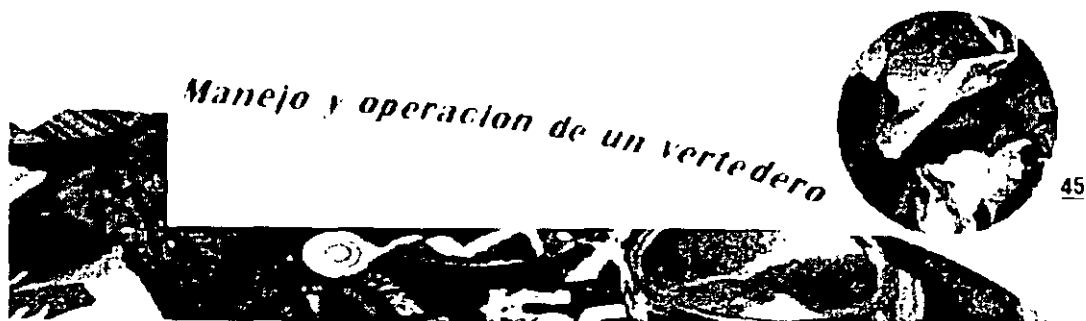
Este tema está íntimamente relacionado con la preservación del medio ambiente. El fondo del relleno debe ser impermeable, siendo el coeficiente de permeabilidad máximo (k) aceptable, del orden de 10^{-7} cm./seg. Para el caso en que se practique el método de 'trinchera', las paredes laterales admiten una permeabilidad de 10^{-6} cm/seg. Para conseguirlo se puede recurrir a sistemas de impermeabilización artificial como las láminas de PVC o bien la recompactación del suelo hasta conseguir permeabilidades aceptables.

Estos valores límites del coeficiente K son válidos en la medida que el área de emplazamiento no sea inundable o haya sido protegida previamente de forma adecuada y la napa de agua más cercana este a más de 2 m. de profundidad de la superficie soporte del relleno o según lo determine la ordenanza local de cada país.

Para el método de 'trincheras' en caso de existir acuíferos permanentes o transitorios en algunos sectores del relleno, a niveles superiores a la cota en que se encuentra la base del relleno, se deberá deprimir la napa y construir barreras impermeables a efectos de impedir la entrada de agua a la masa del relleno.

Los valores de permeabilidad expresados pueden ser una característica natural del

** Las características del método de trincheras se describen en el punto 3.5*



Capítulo 3

Diseño y operación de rellenos sanitarios.

terreno, para los casos de suelos arcillosos o limo arcilloso. En otros tipos de suelos, tales como arcilla-arenosa o limo arcillosolimoso puede recompactarse el manto soporte en un espesor de 0,60 m trabajando en dos capas igual de 0,30 m hasta lograr una recompactación del 90% del Proctor normal o en forma practica hasta que se observe el rebote de un rodillo compactador

Para suelos areno-limosos, ya sea la arena fina o gruesa, se debe recurrir a la utilización de membranas o films de polietileno para asegurar la impermeabilización de las superficies soportes. En esta alternativa se tiene que tener la precaución de asegurar la continuidad de la película a colocar, asegurando la calidad de su traslado y soldadura y luego protegiendola de elementos punzantes

3.4.2. Impermeabilización del área de vertido.

En la preparación de los módulos para la recepción de los residuos se debe prestar especial atención a la impermeabilización del fondo para evitar la contaminación de las aguas subterráneas por la filtración del líquido que se genera en el proceso de estabilización de los residuos. Para lograr una buena impermeabilización del fondo del módulo existen varias técnicas posibles, dependiendo su aplicación de las características del suelo en el lugar del emplazamiento

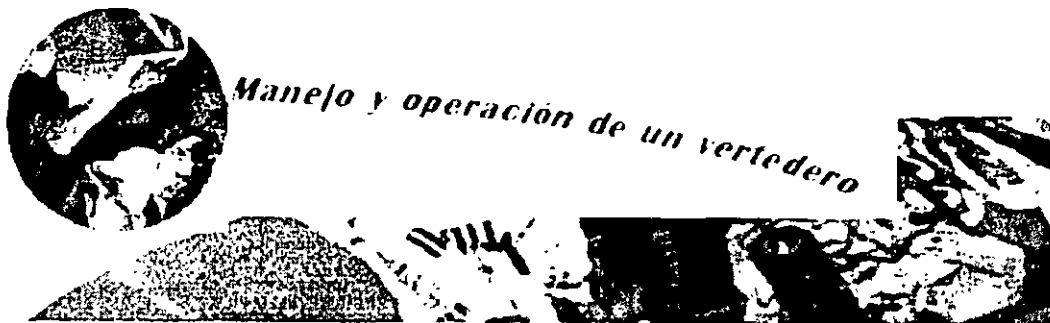
El caso mas favorable se presenta cuando el suelo natural posee una permeabilidad de 10^{-7} cm /seg. en este caso una vez excavado el módulo solamente se le debe dar una pendiente del 2% de manera que los líquidos drenen hacia la zanja de percolado

Si el suelo natural tiene una permeabilidad superior, debe realizarse una recompactación del suelo. En este caso la superficie portante debe removerse y exponer el material si fuese necesario para reducir el contenido de humedad. Resulta suficiente excavar hasta una profundidad aproximada a 0,6 metros colocando nuevamente este material en dos capas superpuestas de 0,3 metros cada una, compactando con rodillo pata de cabra, hasta lograr el 95% de la densidad máxima del Proctor Normal

Las capas pueden compactarse por franjas en cuyo caso se debe realizar un solapado de aproximadamente 0,3 metros en el borde de union de dos franjas consecutivas. De esta forma se lograra una capa uniforme en el fondo del módulo evitándose la posibilidad de fisuras que permitirían la filtración del líquido

Si las propiedades físicas y mecánicas del suelo no permiten garantizar una adecuada recompactación con el procedimiento descrito se debe aplicar algun procedimiento de impermeabilización del fondo del módulo como un reego asfáltico, por ejemplo y en casos extremos, con condiciones mas rigurosas se debe recurrir a la colocación de una película de polietileno de 250 micrones en toda la extensión del módulo incluyendo las paredes laterales de los terraplenes.

Este procedimiento requiere de técnicas especiales, fundamentalmente en la soldadura de dos franjas contiguas de este material



3.4.3. Drenaje y captación del líquido percolado.

Lograda la impermeabilización del fondo de las celdas y módulo y con la pendiente adecuada del mismo, se deben construir los canales de captación del líquido percolado que permitan su drenaje hacia las bocas de toma de muestra y/o bombeo.

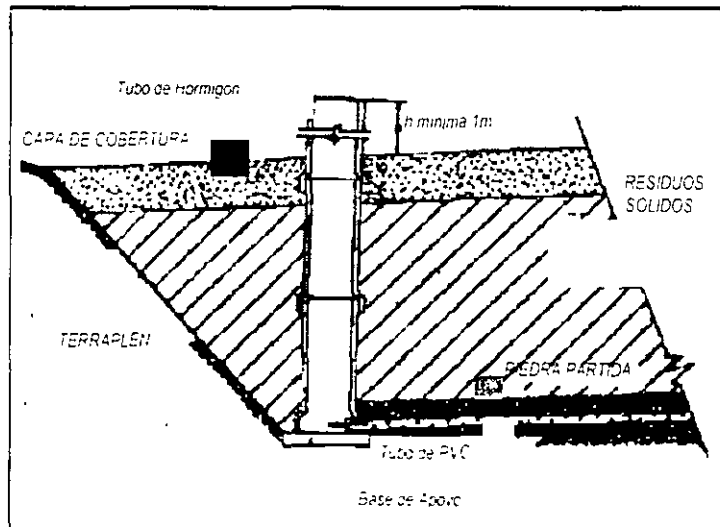
Para la construcción de los canales de percolado se debe tener en cuenta la impermeabilización del fondo y paredes laterales, pudiéndose establecer como regla básica mínima el mismo tratamiento adoptado para el fondo del módulo. La pendiente de este canal debe ser del 3% hacia el extremo donde se coloca la tubería para tomar la muestra y control de nivel.

Una vez hecha la excavación e impermeabilizado el fondo y las paredes, se coloca un tubo de PVC con un diámetro comprendido entre 0,100 y 0,150 metros, dependiendo este valor del caudal de líquido a conducir por el mismo. Este valor de caudal se determina por medio de balances hídricos, es decir, balances del agua que entra con respecto a la que sale, teniendo en cuenta todos los flujos de agua o lixiviado que se producen en el vertedero.

En el extremo de menor cota de los canales de líquido percolado o en los dos extremos si tienen pendiente hacia ambas direcciones, se deben colocar las *tuberías de control de nivel, toma de muestra y bombeo del líquido percolado* (ver Figura N° 2).

Estas tuberías permitirán el control periódico del líquido percolado, la toma de muestra del mismo para su análisis y medición del nivel alcanzado. También se utiliza

Figura N° 2: Tubería de muestreo de líquidos percolados.



Manejo y operación de un vertedero



Capítulo 3

Diseño y operación de rellenos sanitarios

la extracción de este líquido mediante bombeo en el riego de las áreas rellenas para acelerar la velocidad de descomposición del residuo y aumentar el volumen de gas generado.

El nivel máximo que puede alcanzar es de 3 metros de altura hidrostática conforme los valores de permeabilidad adoptados. Superado dicho nivel debe procederse a bombear el líquido para prevenir filtraciones.

3.4.4. Ventilación de gas.

El proceso de estabilización biológica de los residuos produce, como ya se dijo, gases orgánicos en volúmenes apreciables, que deben ser evacuados del relleno mediante la construcción de chimeneas convenientemente distribuidas en el terreno. En caso que se considere la utilización del gas esta evacuación pasará por un tratamiento previo que supone el aprovechamiento del gas, procedimiento que en América Latina empieza a implantarse aunque lentamente.

Existen dos procedimientos para la eliminación de los gases en correspondencia con las funciones a cumplir. El primero consiste en permitir su libre evacuación de la masa de residuos de cada módulo, para esto se deben colocar las chimeneas, una por cada dos hectáreas y como mínimo una por módulo. El lugar para ubicar estas chimeneas es el de mayor cota final del módulo relleno y cubierto. La construcción de estos conductos puede realizarse de varias formas y con diversos materiales. Por ejemplo se puede utilizar tubería de hierro de 0.40 - 0.50 metros de diámetro y de 3 metros de largo (ver Figura N° 3) ubicado en el lugar de emplazamiento ya indicado.

Esta tubería se llena con piedra partida o material similar y a medida que la altura de los residuos se aproxima al borde superior se levanta mediante la utilización de alguno de los equipos usados en el relleno sanitario, prosiguiéndose su llenado con piedra partida. Esta operación se realiza tantas veces como resulte necesario, de manera tal que al lograrse la altura final del relleno, el tubo de hierro quede empujado 1.50 metros en la masa de residuos y manto de cobertura y 1.50 metros sobresaliendo.

De esta forma se obtendrá un conducto de piedra partida desde el fondo del módulo hasta su cota superior. Esta construcción se termina con una reducción de sección y una pieza T de $t = 0.10$ metros en el extremo superior.

En Figura N° 3 podemos observar la representación de una chimenea de ventilación de gases, tanto en su estado inicial como en su estado final.

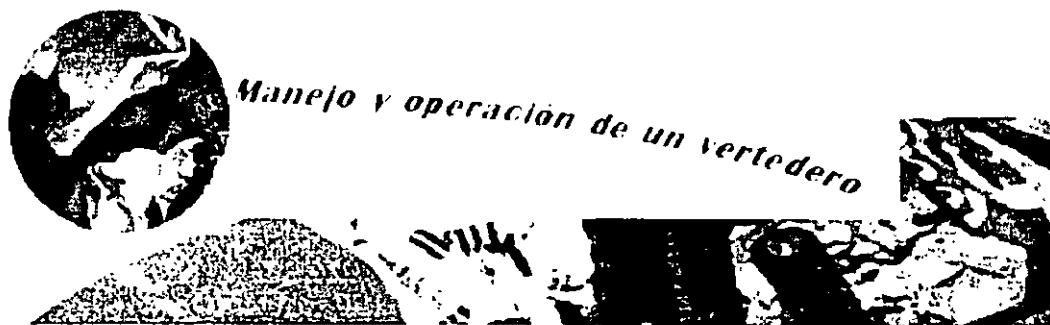
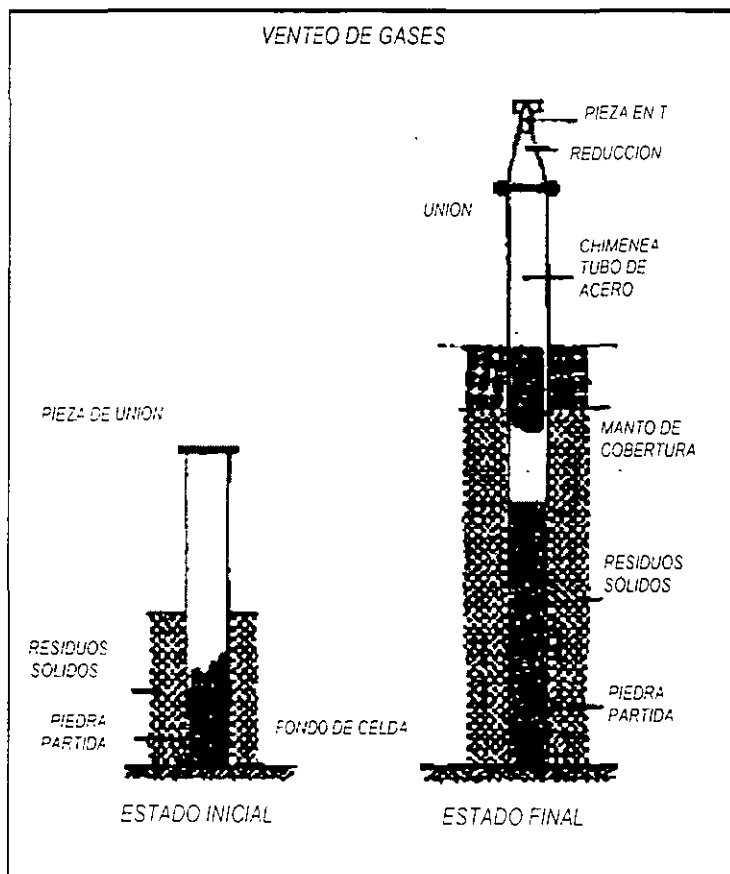


Figura N° 3: Chimenea de ventilación de gas.



Otra manera posible para la construcción de estos conductos consiste en utilizar una sección con madera, envuelta en malla de gallinero y relleno petreo

En este caso resulta necesario colocar en su interior grava o piedra partida o algún material similar, dado que la sección permanece en su ubicación inicial, es decir su estructura permanece fija. Al alcanzar la altura final el relleno, la chimenea debe sobrepasar 1,50 metros como mínimo sobre el terreno y también se colocará la reducción de sección

Manejo y operación de un vertedero



El procedimiento se utiliza cuando se desea evitar que el gas se disienda lateralmente a través del terreno llegando a zonas cercanas donde existan construcciones o masas forestales, o cuando existan viviendas cercanas. Para ello se utilizan Chimeneas Perimetricas para la Extracción del Gas y para el control de Olores

Normalmente estas chimeneas se utilizan en vertederos con profundidades de residuos sólidos de por lo menos 5 m, y cuando la distancia entre el vertedero y la urbanización mas cercana es relativamente pequeña. Se trata de una serie de chimeneas verticales instaladas, o bien dentro del vertedero a lo largo de su borde, o bien en la zona localizada entre el borde del vertedero y el vallado del lugar. Cada chimenea se conecta a un tubo recolector común que después se conecta a un compresor eléctrico centrifugo que produce vacío (presión negativa) en el colector y en las chimeneas individuales. Cuando se aplica el vacío se crea una zona o radio de influencia que se extiende a la masa de residuos sólidos alrededor de cada chimenea y dentro de la cual el gas generado es aspirado hacia la chimenea. Normalmente se ventila o se quemaa el gas extraido del vertedero de una forma controlada, en la estación del compresor. También se puede utilizar el gas extraido como fuente de energía si la cantidad que se puede recoger y la cantidad son suficientes

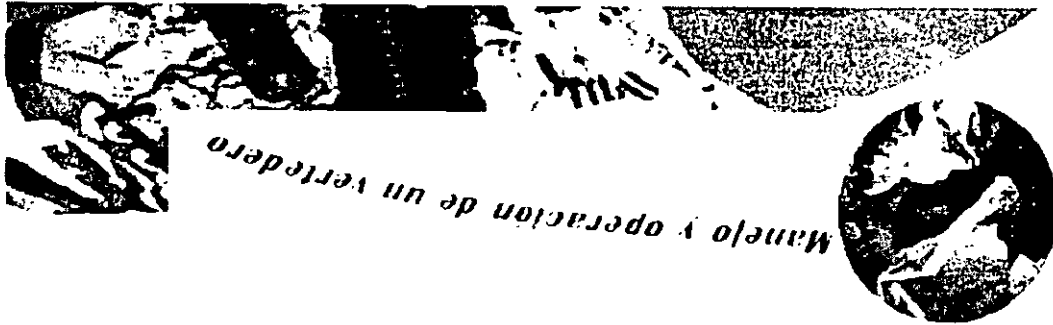
Para interceptar el movimiento lateral de los gases del vertedero puede utilizarse un sistema de zanjas perimetricas interceptoras llenas de grava que deberán conectarse a la chimenea vertical. El diseño de la chimenea de extracción consiste en una sección de 1m por 1m colocada desde la base del vertedero y rellena de grava

3.4.5. Cerco perimetral

La necesidad de controlar el acceso al relleno sanitario para evitar la entrada de personas a la obra, así como para garantizar los trabajos previos, impone la construcción de un cerco perimetral a toda la superficie donde se ejecutara la obra. El nivel sobre el que se colocara el cerco se debe compatibilizar con las cosas a dar al relleno en la zona adyacente y las existentes en el terreno natural. Cualquier técnica que se aplique, ya sea la de arena o la de tincheras, requiere generalmente la construcción de terraplenes, posibilidad que debe contemplarse al definir la cota de arranque del cerco perimetral

3.4.6. Sistemas de drenajes de aguas

El diseño del relleno lograda hasta aquí debe ser complementado con la que denominaremos el sistema drenaje o de drenajes. Tienen por objetivo la conducción de las aguas de lluvia que caen o seoran al pedo del relleno hacia el cuerpo receptor mas cercano, evitando que la absorción en las áreas rellenas sea mínima o nula



Manejo y operación de un vertedero

Este sistema consta de dos partes, la primera es una red convencional de drenaje del terreno natural con la infraestructura básica para la normal operación del relleno, la segunda, se va construyendo con el avance diario del relleno, donde las superficies se tratan como pavimentos y por lo tanto el coeficiente de absorción es nulo. En este caso deben revestirse las canalizaciones contiguas a los residuos dispuestos con pendientes mínimas del 2 por mil.

Evacuar las aguas de lluvia es otra de las tareas a prever por el proyectista, para ello se construye la red de drenaje superficial. Es normal que el predio a ser rellenado reciba aportes de la subcuenca que integra, por lo que en forma prioritaria deben encausarse dichas servidumbres mediante canalizaciones y obras accesorias adecuadas, que aseguren la modificación independiente de sistemas meteorológicos que puedan producirse.

Las pendientes a emplear deben asegurar un rápido escurrimiento evitando zonas de acumulación y probable filtración. Estas condiciones generan en muchos casos la necesidad de construir disipadores de energía cuya función es reducir la energía por medio de resaltes o disminuciones de cotas controladas a efectos de neutralizar posibles erosiones.

Para casos provisionarios pueden utilizarse tambores de 200 litros adecuadamente acondicionados, en caso contrario se deberán construir en mampostería y hormigón.

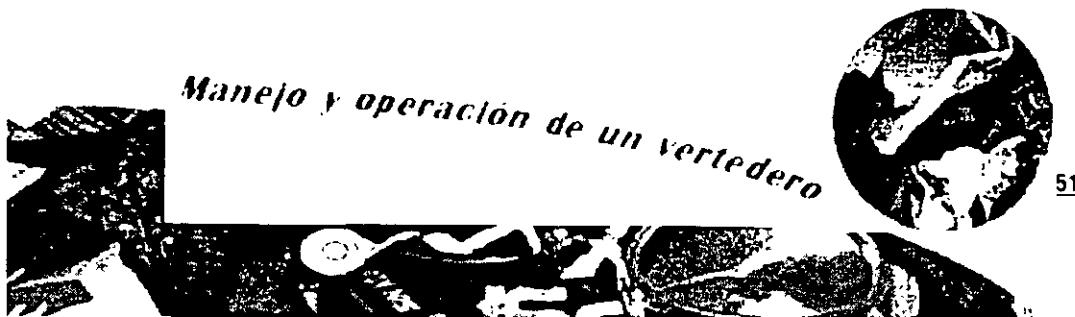
3.4.7. Cobertura.

A medida que el vertedero se va llenando es imprescindible taparlo con tierra.

Mediante la ejecución de la cobertura se evitara la existencia de olores provenientes de la descomposición anaeróbica de los residuos, el contacto del agua de lluvia con la basura y su posible filtración a napas no contaminadas, la proliferación de vectores sanitarios como moscas y roedores, el negativo efecto visual que produce la basura descubierta y la dispersión por efecto del viento de los elementos livianos. El espesor mínimo de la cobertura debe ser de una dimensión no menor de 0,20 m. Y debe realizarse diariamente.

Cuando el vertedero se ha completado se realiza la cobertura superior o cobertura final, que se efectúa en dos etapas: la primera con una capa de un espesor de 0,30 m compactada hasta obtener una densidad adecuada para evitar la filtración del agua de lluvia. El espesor de la segunda capa o final dependerá de la parquización y forestación proyectada o bien del proyecto de ingeniería o reingeniería que se quiera llevar a cabo en cuanto a la planificación de la municipalidad.

A continuación presentamos un cuadro donde puede observarse la capacidad de diversos materiales para utilizarlos en la cobertura de un vertedero.



Capítulo 3*Diseño y operación de rellenos sanitarios***CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE COBERTURA**

FUNCION	GRAVA LIMPIA	GRAVA CON ALUBION Y ARCILLA	ARENA LIMPIA	ARCILLA CON ALUBION	ALUBION	ARCILLA
Prevenir el acceso de roedores - perforar la capa de material de Cobertura	Bueno	Aceptable Bueno	Bueno	Malo	Malo	Malo
Prevension de moscas	Malo	Aceptable	Malo	Bueno	Bueno	Excelente
Reducir a min la entrada de agua al relleno	Malo	Aceptable Bueno	Malo	Bueno Excelente	Bueno Excelente	Excelente
Mejorar la superficie de acabado y la dispersion de papales	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Sobornar buen crecimiento de la vegetacion	Malo	Bueno	Malo Aceptable	Excelente	Bueno Excelente	Aceptable Bueno
Permitir el escape de gases	Excelente	Malo	Bueno	Malo	Malo	Malo
Reducir a min la salida de agua a traves de materia de cobertura	Malo	Aceptable Bueno	Malo	Bueno Excelente	Bueno Excelente	Excelente



Manejo y operacion de un vertedero



3.5. Formas de depositar los residuos sólidos urbanos.

Las formas de depositar los residuos en un vertedero controlado dependerán de la configuración del terreno, de sus condiciones en cuanto a la posibilidad o no de acópio de la tierra para el recubrimiento de las basuras, de las condiciones climáticas y del nivel freático

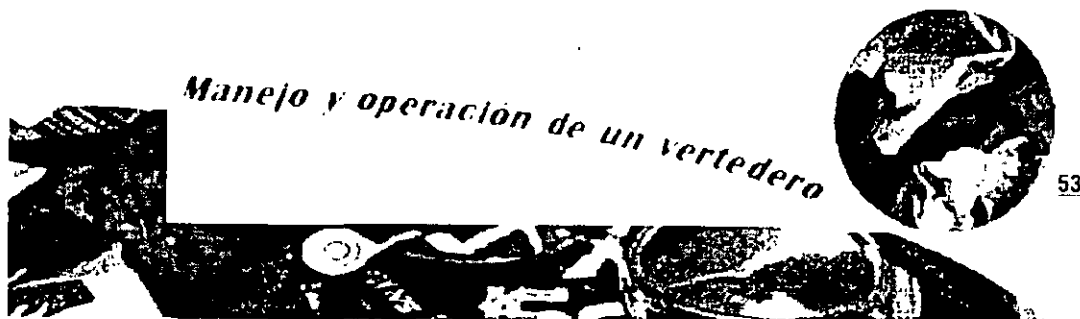
Actualmente se utilizan tres métodos básicos de explotación de un vertedero controlado: Método de Areas, Método de Trincheras y Método de Vaguada/Depresión.

1) Método de areas.

Este método se utiliza en aquellos lugares en los que no es posible excavar por encontrarse más próximo al nivel del acuífero superior.

El material de cobertura que se utiliza para cubrir los residuos dispuestos en el vertedero se extrae de un lugar distinto al que constituirá la superficie soporte del relleno. Un ejemplo es el caso en se pretenda rellenar depresiones naturales o provocadas por distintas extracciones de materiales. El material de cobertura en cualquier situación expuestas se extrae de áreas colindantes y se arrastra o transporta hasta las áreas a re-llenar con residuos. Por lo tanto afecta el costo de operación del relleno. Solo en el caso que el material se origine como descarte de obras públicas y/o privadas, justifica su transporte a distancias fuera del radio del relleno sanitario. En dicho caso se efectúa la disposición simultánea con los residuos de materiales inertes producidos por la actividad urbana (rescombros, demoliciones, etc.), los que para ser usados no deben ser residuos voluminosos.

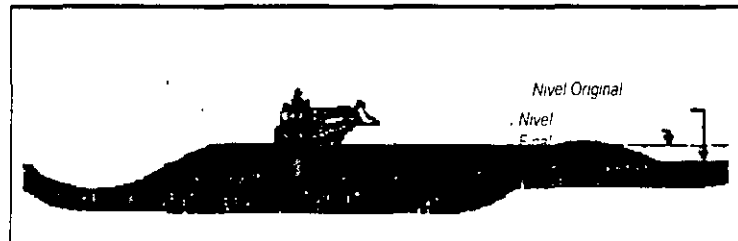
En la aplicación del método de areas se requiere siempre la presencia de un sólido terraplen o muro, (natural o artificial) para compactar los residuos sobre el mismo, en caso de depresiones de más de 4 m. de profundidad es aconsejable efectuar la descarga en el nivel inferior a efectos de permitir una disposición en capas que aseguren una uniforme compactación (Figura N° 4). Llamamos celda al área de residuo colocada, apisonada (compactada) y tapada con material de cobertura. Más adelante veremos como se realiza la construcción de celdas.



Capítulo 3

Diseño y operación de rellenos sanitarios.

Figura Nº 4: Formación de las Celdas por método de área.



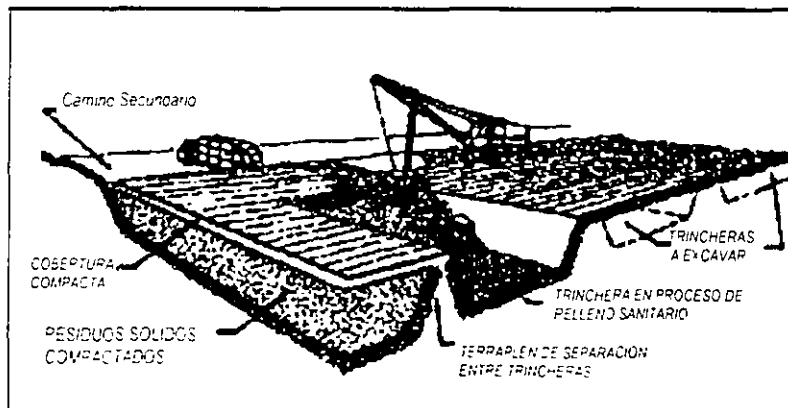
2) Método de trincheras.

Cuando las condiciones del suelo lo permiten se pueden excavar zanjas o trincheras. Sus dimensiones dependerán de las características del terreno (hidrogeológicas) y del proyecto de relleno a realizar.

Para su construcción se emplean equipos normales de movimiento de suelos como por ejemplo las retroexcavadoras. Los suelos con buenas características cohesivas, como por ejemplo los arcillosos o los limo-arcillas, son recomendables para la ejecución de trincheras, dado que se podría aumentar la inclinación de los taludes (sin peligro de desmoronamientos), reduciéndose el espacio requerido para su realización y permitiendo reducir la separación entre zanjas aledañas.

El método de trincheras se puede practicar en terrenos llanos y siempre que las características del perfil del suelo y la presencia de aguas subterráneas permitan una segura aplicación de este procedimiento a costos operativos compatibles. (Figura Nº 5)

Figura Nº 5: Método de trinchera.



Manejo y operación de un vertedero



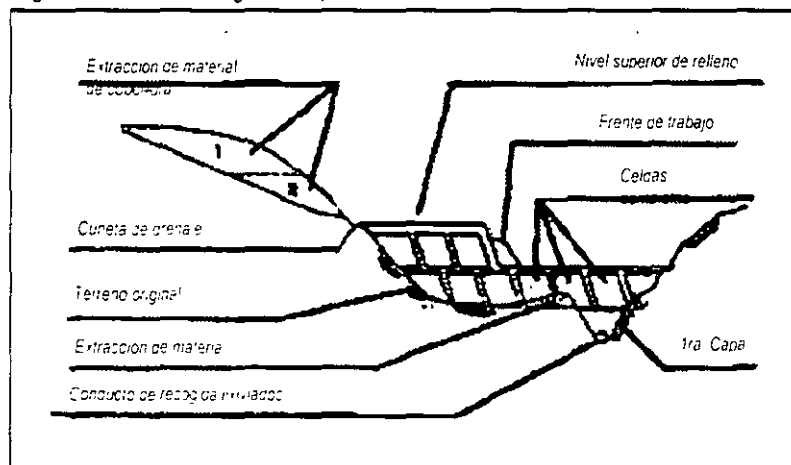
3) Método vaguada/depresión o rampa.

Se han utilizado vaguadas, barrancos y fosas de relleno suplementario e incluso canchales como zonas de vertido. Las técnicas para colocar y compactar los residuos en vertederos de vaguada/depresión varían según la geometría del lugar, las características del suelo, la hidrología y geología del lugar, los tipos de instalaciones para el control del gas y del lixiviado que van a utilizarse además del acceso al lugar.

Normalmente se comienza el relleno de cada nivel por la cabeza de la vaguada y se termina por la boca, para impedir la acumulación de agua en la parte de atrás del vertedero. Se rellenan los lugares vaguada/depresión en múltiples niveles.

Una de las claves para la utilización del método vaguada/depresión es la disponibilidad del material adecuado para la cubrición de cada nivel mientras se completa y para proporcionar una cubrición final sobre la totalidad del vertedero cuando se ha alcanzado la altura final (Figura N° 6).

Figura N° 6: Método Vaguada/Depresión



Manejo y operación de un vertedero



Capítulo 3

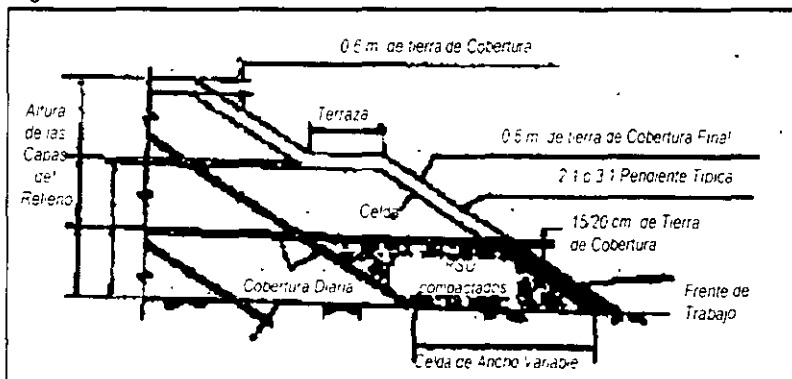
Diseño y operación de rellenos sanitarios

3.5.1. Construcción de las celdas.

La celda diaria se define como la unidad básica de construcción del relleno sanitario; se asemeja a un pequeño bloque y está constituida por la cantidad de residuos que se entierra en un día y por la tierra necesaria para cubrirla. Sus dimensiones varían en cada caso y se define teóricamente como un paralelepípedo. Su ancho equivale al frente de trabajo necesario para que los vehículos recolectores puedan descargar la basura. El largo o avance está definido por la cantidad de basura que llega al relleno en un día y la altura se limita a un metro o metro y medio para lograr una mayor compactación.

- La primera celda se construye delimitando el área que ocupará, basándose en las dimensiones estimadas del cálculo de la cantidad de residuos sólidos y su grado de compactación, lo que entrega una visión rápida y aclaratoria a los trabajadores.
- Los residuos se descargarán en el frente de trabajo, a fin de mantener una sola y estrecha área descubierta durante la jornada y además evitar su acarreo de larga distancia.
- Los residuos se esparcen en capas delgadas entre 20 y 30 cm y se compactan hasta obtener la altura recomendada para la celda en el frente de trabajo.
- La cobertura se efectúa con un espesor de turno suficiente para tapar completamente y rellenar las irregularidades de la superficie (aproximadamente entre 40 y 60 cm) al final de la jornada se compacta la celda hasta obtener la superficie lo más uniforme posible.
- Se recomienda una vez terminada la primera plataforma de celdas, hacer circular sobre ellas a los vehículos recolectores de modo que se logre una mayor compactación.

Figura Nº 7: Diseño de una celda.



3.5.2. Operación en el frente de trabajo.

Se denomina frente de trabajo al sitio donde los vehículos que transportan basura la descargan para el posterior relleno, también se denominan frente de vertido. La operatividad de este frente debe verificarse en todo momento, inclusive con intensas lluvias.

Al ser descargadas las basuras, los trabajadores las esparcen sobre el talud de las celdas ya terminadas en capas sucesivas de 0.20 a 0.30 mts., empleando para ello horquetas o rastrillos. Luego se nivela la superficie superior y se compacta con el rodillo a diferencia de las superficies laterales que son compactadas por medio de los pisones de mano hasta darles una relativa uniformidad.

El drenaje de las aguas del sector debe ser inmediato y conducido al sistema de drenaje (ver Figura N° 7).

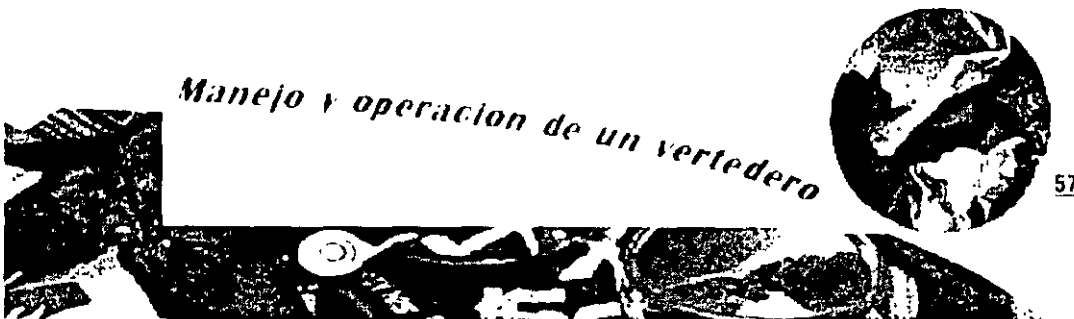
Como ya se dijo la superficie sobre la cual se depositará la basura es impermeabilizada si las condiciones naturales así lo exigen, para ello se podrán emplear arcillas del lugar y de ser necesario se utilizará un film de polietileno de espesor variable entre 250 a 500 micrones debidamente soldado, simultáneamente se perfilará la superficie con las pendientes proyectadas y se construirán las zanjas correspondientes para la recolección del percolado.

También vimos que estas zanjas pueden rellenarse con piedra partida y eventualmente con arena, a veces se colocan también tuberías de PVC perforadas. Mediante pendientes suaves los líquidos deben escurrir al área de almacenamiento de percolados.

Finalmente se acondiciona el respectivo frente de trabajo donde descargarán los residuos transportados por los vehículos recolectores.

El esparcimiento y compactación se realiza en capas horizontales o inclinadas con una pendiente 1:3 (altura avance) lo cual proporciona mayor grado de compactación, mejor drenaje superficial, menor consumo de tierra, mejor contención y estabilidad del relleno.

Al iniciar la operación en el frente de trabajo siempre se debe proporcionar contención al relleno (dar una superficie de confinamiento a la masa de residuos antes de depositarla) apoyando cada celda en el talud del terreno natural o paredes de la trinchera y durante el avance sobre la celda ya terminada.



Capítulo 3

Diseño y operación de rellenos sanitarios.

• Cobertura.

Para concluir la celda, se la cubre con una capa de tierra del orden de 0.10 a 0.15 mts. lo cual se esparce por medio de carretillas de mano, pala y azadón y se la compacta empleándose el rodillo y pisones de mano, con el mismo sistema efectuado con la basura. Conviene recordar que la cobertura diaria evita la presencia de insectos, roedores y otros vectores sanitarios, así como el ruego, los gases y malos olores, la humedad y la basura dispersa. De este modo, al terminar la jornada no debe quedar ningún desecho sólido expuesto y, menos aún, al final de la semana. En cuanto a la calidad del material de cobertura para un relleno sanitario manual, se recomienda aprovechar la tierra que se encuentra más accesible, puesto que el objetivo fundamental es la cobertura de los desechos. Para esto se recomienda emplear 1 m³ de tierra por cada 4 a 5 m³ de desechos sólidos, es decir, entre 20% y 25%.

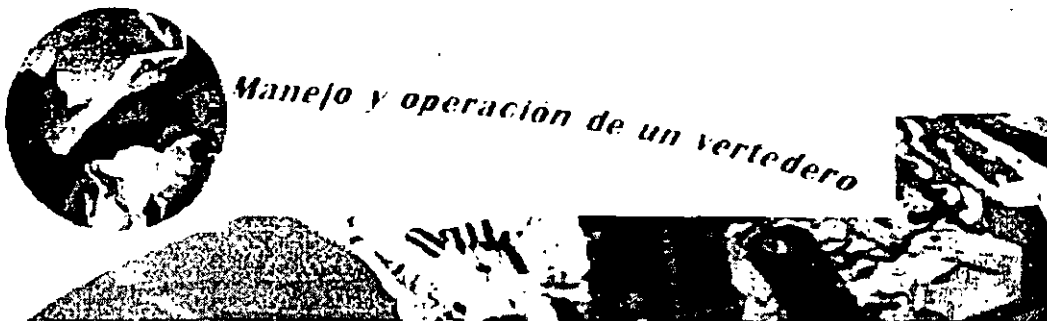
Se recomienda efectuar la cobertura final de 0.40-0.60 mts. en dos etapas, cada una de 0.20 a 0.30 mts., con un intervalo de un mes aproximadamente para tratar de cubrir los asentamientos que se produzcan en la primera capa.

Cuando se trabaja con el método del área, si se excava en el propio sitio, los costos de acarreo de la tierra de cobertura son mínimos. Se recomienda extraerla de los taludes del terreno, conformando terrazas para evitar la erosión, además, resulta aconsejable ampliar la capacidad del sitio y por ende su vida útil o también aprovechar la tierra sobrante de las excavaciones de las nuevas construcciones en el área urbana.

En los periodos secos, se recomienda extraer y acumular la tierra para cobertura utilizando un tractor o retroexcavadora, de esta forma, se obtienen mejores rendimientos. La tierra puede ser acumulada en otra celda terminada y de allí descender a la celda en conclusión.

En época de lluvia ocurren a la inversa, pues el material acumulado se va perdiendo por arrastre y se torna más pesado debido a la humedad, lo que implica mayores dificultades para su transporte. Por lo tanto, en estas circunstancias resulta aconsejable extraer la cantidad de tierra que sea necesaria para efectuar la cobertura de la celda diaria.

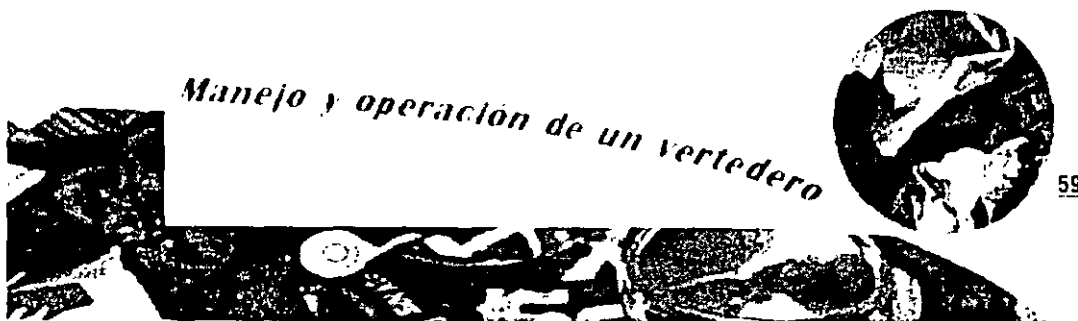
Cuando se trabaja con el método de la trinchera, el material de cobertura está prácticamente asegurado; se recomienda acumularlo a un lado de la zanja en elaboración o sobre una ya terminada.



• Compactación.

Dado que esta obra de saneamiento básico ha sido concebida para emplear tecnología al alcance de la región, y con el propósito de promover el uso extensivo de mano de obra, la conformación de las celdas y la compactación se harán con herramientas de albañilería, por lo que las densidades alcanzadas en el relleno sanitario manual serán relativamente bajas (400-500 kg/m³), pero suficientes para los fines propuestos. No obstante existen otros mecanismos que inciden en la compactación de los residuos sólidos, siendo los más importantes:

- El tránsito de los vehículos sobre las celdas terminadas, esta práctica debe estimularse en los periodos secos.
- El proceso de descomposición de los desechos sólidos, dado que en los países en desarrollo, la materia orgánica ocupa un alto porcentaje de su composición física (entre 40-70%) y es transformado en humus, agua y gases.
- El peso propio de las celdas superiores sobre las inferiores también produce una carga que aumenta el grado de compactación.
- El almacenamiento de material de cobertura sobre las celdas terminadas.



Capítulo 3 *Diseño y operación de rellenos sanitarios.*

3.6. Consideraciones básicas en el funcionamiento del relleno sanitario.

Para la operación de un relleno sanitario es necesario considerar algunos aspectos que resultan prioritarios, ellos se vinculan con cuestiones generales, relativas al acceso y circulación de los camiones, el procedimiento de descarga, el personal y otros aspectos referidos en general al control de las instalaciones. También es necesario atender el equipamiento ya que el parque de maquinarias representa un costo importante.

Otros aspectos significativos en el funcionamiento de una planta de este tipo están referidos a los controles que es necesario efectuar para garantizar normas aceptables de sanidad y a los costos operativos en general.

3.6.1. Condiciones generales.

Incluimos en este análisis tres aspectos relativos al funcionamiento de un vertedero: acceso, personal y condiciones complementarias.

3.6.1.1. Acceso al vertedero.

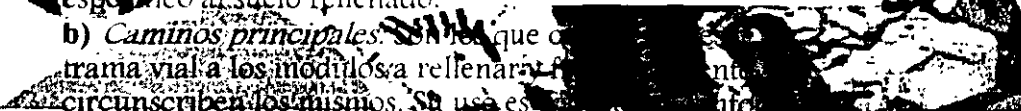
El acceso al vertedero sanitario así como el área perimetral deberá estar indicado y anunciado con carteles diagramados, barreras y casillas de control de ingreso y vigilancia, presentando condiciones estéticas y de mantenimiento propios de un establecimiento industrial en funcionamiento. Dada la intensa circulación vehicular que se registra, en el área de acceso deberá atenderse para no entorpecer el tránsito que circula por la red vial

que conduce al centro de disposición final. Los caminos interiores podrán anunciarse conforme a la

Manejo y operación de un vertedero
 a) *Caminos principales:* son caminos de uso permanente que generalmente se mantienen como tales hasta darse un espacio específico al suelo relleno.

b) *Caminos principales:* son los que conforman la trama vial a los módulos a rellenar y que en general circunscriben los mismos. Su uso es permanente en el diseño del relleno.

c) *Caminos secundarios:* Son interiores a los módulos y permiten acceder al frente de trabajo desde los caminos principales. En general son rellenos posteriormente.



Las características de estos caminos se adecua a sus funciones específicas tanto en los aspectos constructivos, los materiales empleados en los terraplenes y las superficies de rodamiento como en el mantenimiento de cada uno de ellos

Los caminos principales son construidos con materiales del área a rellenar, sus condiciones básicas son: un rápido drenaje de las aguas de lluvia mediante un abovedamiento adecuado y zanjas y/o cunetas paralelas enlazadas al sistema de drenaje. El mantenimiento de estos caminos debe ser tal que asegure su transitabilidad ante cualquier condición climática desfavorable incluidas intensas precipitaciones

Los caminos secundarios, reúnen características similares a las playas de los frentes de trabajo, en general es el terreno natural levemente terraplenado. La capa de rodamiento se conserva con el mismo material empleado para la construcción de los caminos principales. Toda la red de circulación interna de ingreso y egreso de vehículos se debe diseñar para circular en un solo sentido, debiéndose colocar adecuadas señalizaciones portátiles necesarias para las distintas etapas del relleno

3.6.1.2. Personal.

La construcción de un relleno sanitario requiere la participación de un equipo de personas, las que como en cualquier organización deben estar compenetradas con su misión específica y requieren una organización adecuada

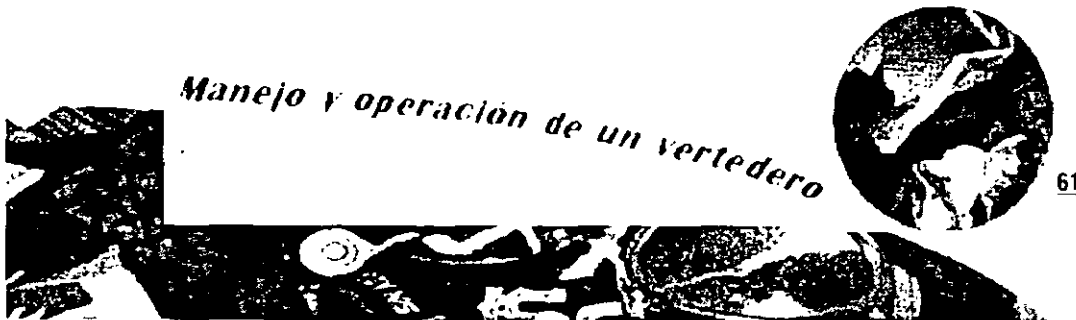
Esta se debe especificar en el organigrama funcional el cual debe reflejar la operativa, estableciendo las misiones y funciones de cada uno de los componentes del plantel de conducción, así como las distintas especialidades laborales que se requerirán y el número de operarios, para los distintos turnos de trabajo que serán necesarios

La conducción técnica en la medida de lo posible estará a cargo o bajo el asesoramiento de un profesional idóneo en Ingeniería Sanitaria, con la experiencia adecuada para dirigir todas las tareas inherentes al relleno, debiera ser asistido por un equipo técnico compuesto por un topógrafo, un delimitante (dibujante) y un laboratorista para estudio de suelos, en el caso de vertederos con envergadura, como lo son a partir de 250 Ton./día recibidas

En lo que respecta al plantel general que operará en los distintos frentes, se deberá contar en cada área con supervisores, capataces, operadores de equipos y personal auxiliar debidamente capacitado

3.6.1.3. Condiciones complementarias.

Es necesario que el relleno sanitario cuente con los servicios de electricidad, abastecimiento, saneamiento, servicio de comunicación y de ser posible teléfono. También es conveniente controlar el área impidiendo la práctica de selección de materiales (cachureo, pepenado, curruero, etc.) y el acceso de personal extraño a la obra, las descargas en lugares no habilitados y controlando el ingreso y egreso de vehículos



Capítulo 3

Diseño y operación de rellenos sanitarios

Para vertederos de más de 300 Ton/día, es conveniente prever la construcción de instalaciones complementarias. La conducción técnica de la obra debe tener oficinas equipadas con el fin que desarrolle sus actividades específicas en el mismo relleno. También el personal deberá contar con vestuarios y estantes individuales para guardar su indumentaria y efectos personales e instalaciones sanitarias acorde para su aseó diario. Es necesario realizar un mantenimiento de áreas rellenadas, considerando que suelen sufrir un agrietamiento debido al asentamiento originado al estabilizarse los residuos a través de las cuales puede infiltrarse el agua proveniente de las precipitaciones. También es conveniente conocer el uso posterior que se dará al área donde se opera un relleno sanitario pues esto permite mejorar notablemente la factibilidad técnico-económica de las obras en su conjunto.

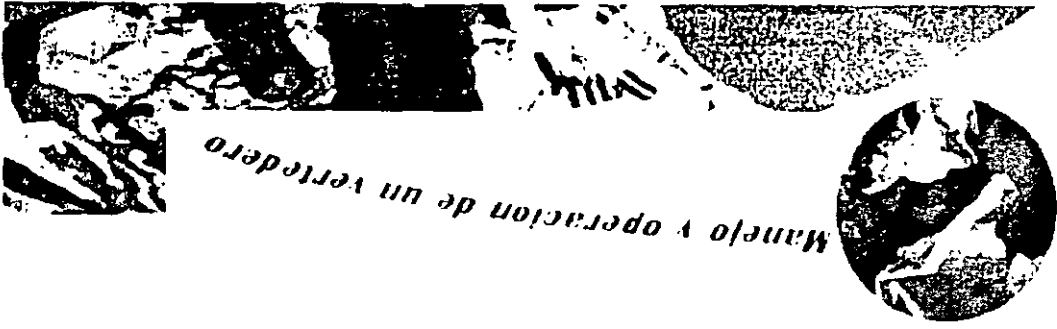
Con esta consideración es posible que todo el costo del servicio de disposición final se transfiera en inversión y retorne a la comunidad a través de las obras de desvío final, a realizarse sobre el relleno sanitario una vez finalizado el mismo. Reinseriéndolas como áreas de esparcimiento (jardines, parques) e incluso como lugares de actividades deportivas (campos de deporte, etc.), es decir implantando actividades recreativas.

3.7. Equipamiento.

Al operar un relleno sanitario o vertedero controlado será necesario contar con un equipo adecuado para poder cumplir la totalidad de las tareas. A tal fin se deberá disponer del equipo que realice las operaciones necesarias de forma económica y rápida.

También se deberá establecer una dotación polifuncional para remplazos que puedan producirse por distintas razones durante la operación del relleno a fin de asegurar la continuidad de su funcionamiento. El equipo dependerá del tipo y cantidad de residuos recibidos, del material de cobertura y de los métodos de operación dentro del vertedero. Las basuras requerirán ser acomodadas y compactadas, pero para una vez necesitarán ser trasladadas por el equipo de relleno a distancias superiores de hasta metros. El material a ser manejado puede necesitar para su traslado a distancias mayores, sin embargo, algunos materiales necesitan ser compactados adecuadamente, durante y después de ser colocados.

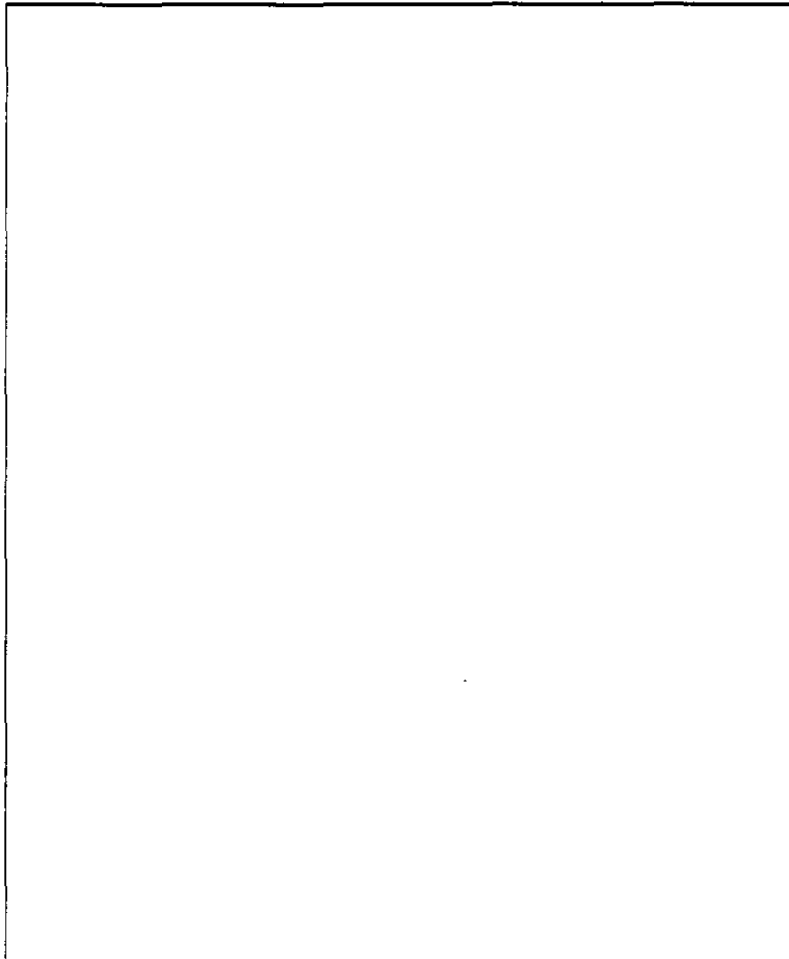
Los requerimientos de equipo atenderán el manejo de los residuos, en compactación, la cobertura, la construcción de terraplenes y el acondicionamiento de celdas.



Manejo y operación de un vertedero

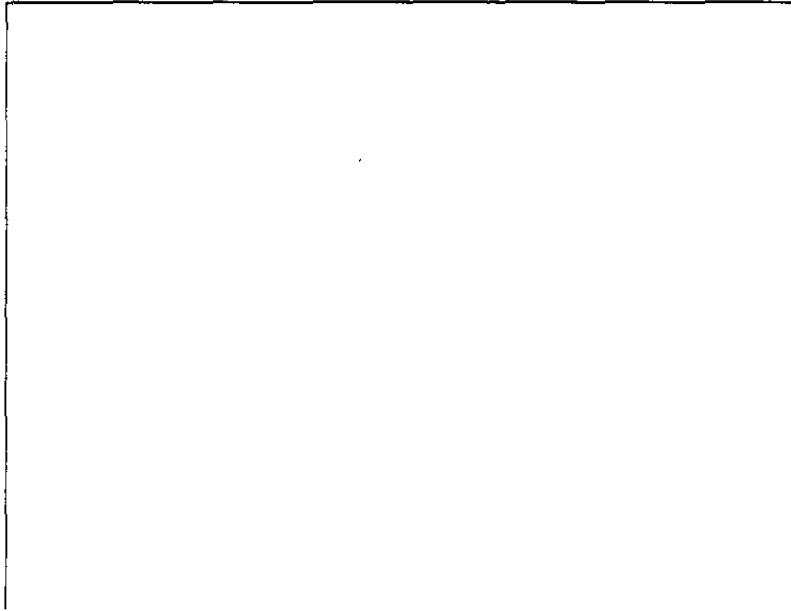
Para garantizar la continuidad de los trabajos se aconseja incrementar en un 30% el equipo básico a fin de mejorar su vida útil. Una manera de compensar el costo del equipo extra, es recurrir al empleo de máquinas polifuncionales como puede ser el caso de una compactadora que también puede ser utilizada para conformar terrapienes.

De forma orientativa daremos unos datos sobre los diferentes equipos a utilizar, sin olvidar que el estudio de la selección del equipo debe realizarse de forma local para cada vertedero.



Manejo y operación de un vertedero



Capítulo 3*Diseño y operación de rellenos sanitarios****Equipos de apoyo***

- Cisternas doble traccion para movimiento de agua (polvo, infraestructura)
- Cisterna de combustible
- Carreton (movimiento de equipos)
- Camiones para el movimiento de tierras
- Barrolavadoras
- Grupos electrogenos
- Torres de iluminacion
- Bombas varias

A continuación presentamos algunas figuras que grafican estos equipamientos

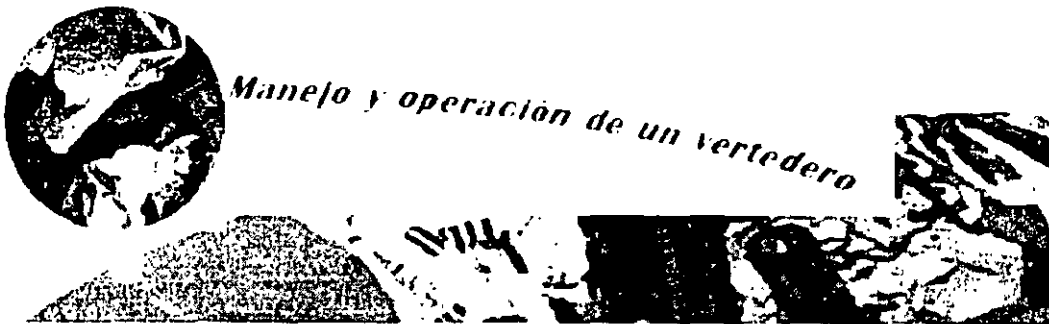


Figura N° 8: Accesorios Delanteros

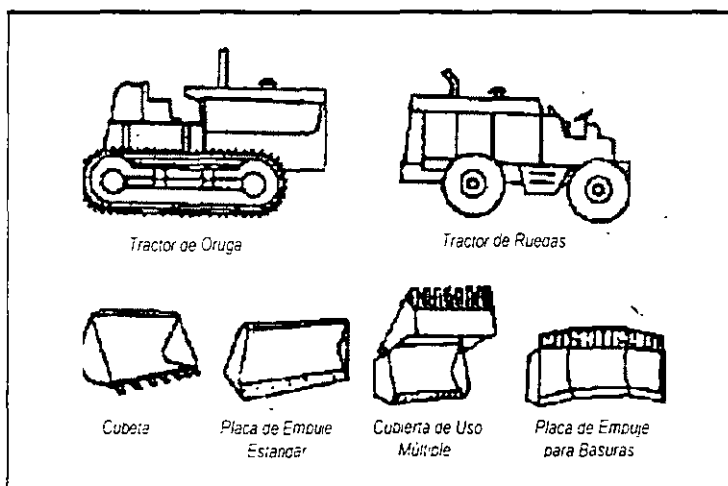
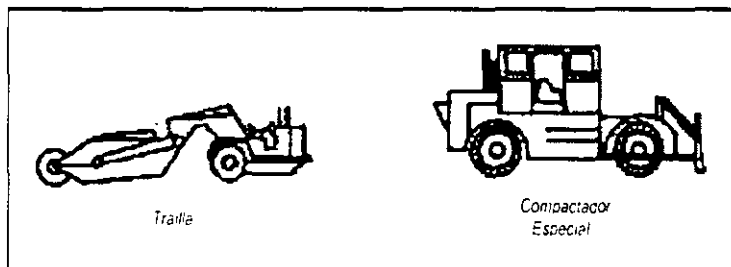


Figura N° 9:



Manejo y operación de un vertedero



Capítulo 3 *Diseño y operación de rellenos sanitarios*

Figura Nº 10: Bulldozer

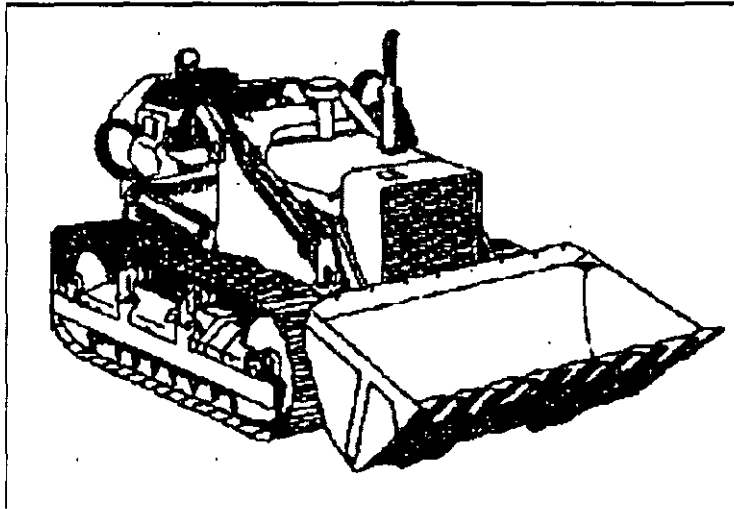
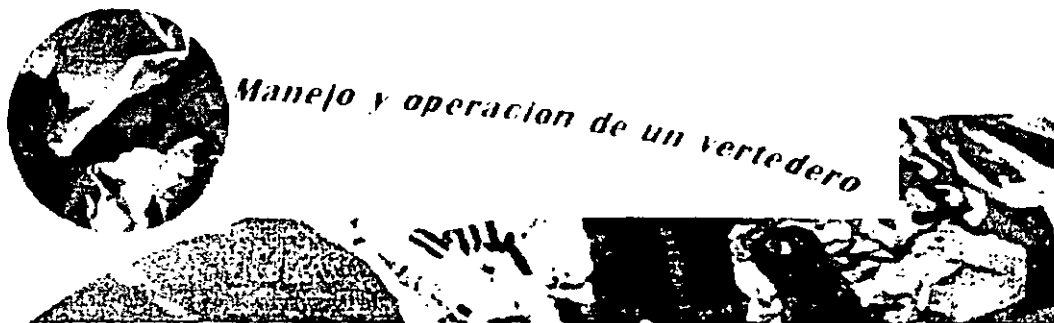
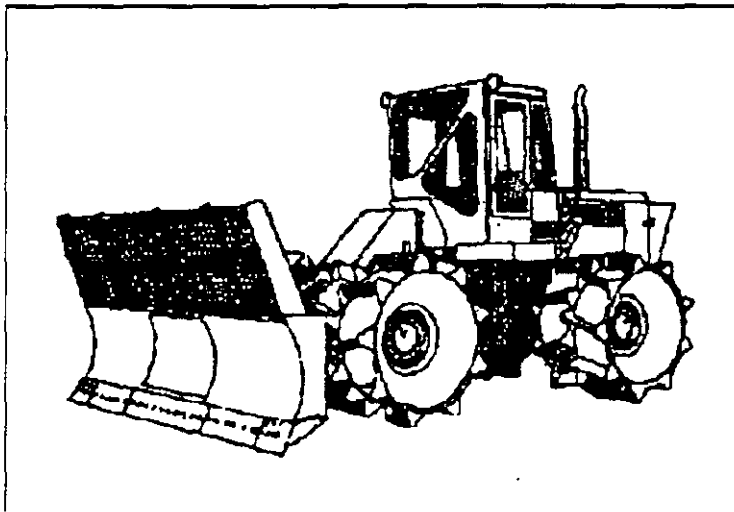
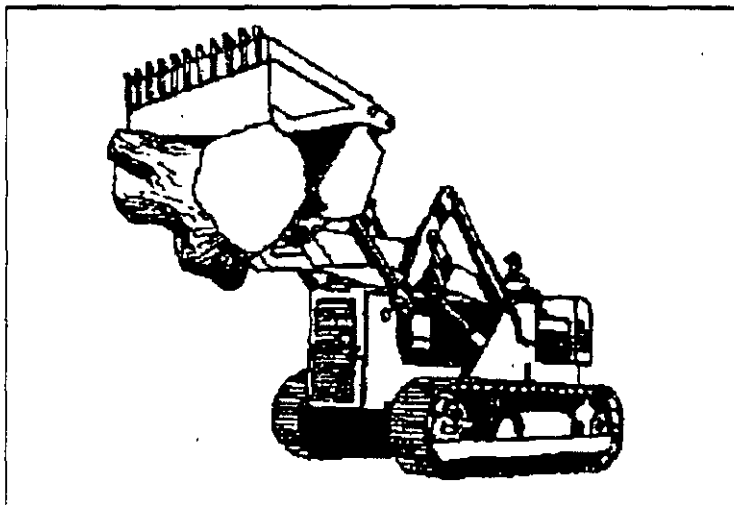


Figura Nº 11: Equipo de colocación y compactación de residuos



Manejo y operación de un vertedero

Figura N° 12: Equipo de manejo de residuos voluminosos

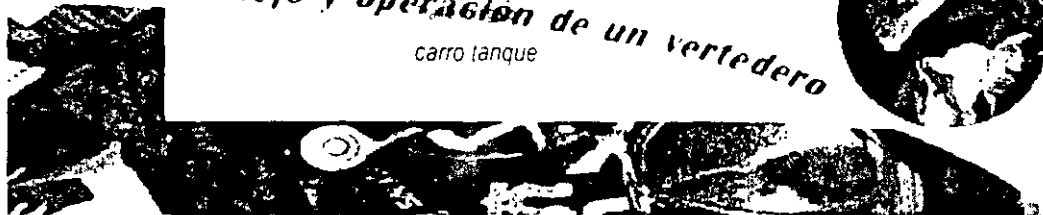


A continuación describiremos el equipamiento mínimo sugiendo para 4 niveles de operación de un relleno sanitario, tan solo a título indicativo

Tonela	
* 0 a	
* 46	

Cubeta de carga
delantera (2 a 4 m³)
Cubeta de uso múltiple

Manejo y operación de un vertedero
carro tanque



Capítulo 3 *Diseño y operación de rellenos sanitarios.*

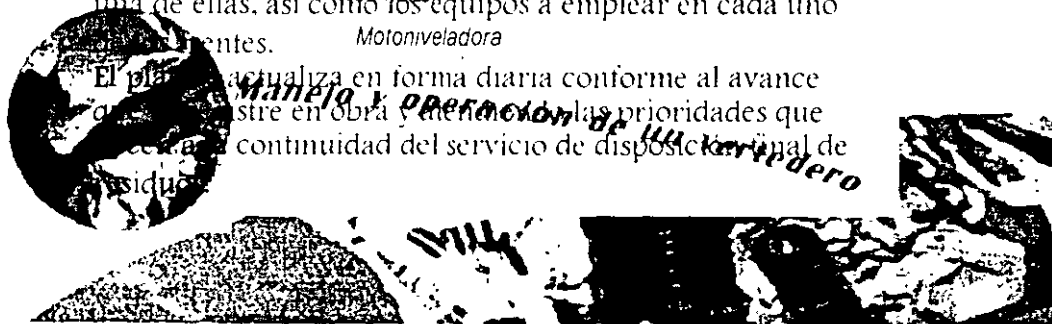
Toneladas por día Máquinas Tipo Peso en Tn. Accesorios			
* 160 a 320 Tn / Día	1 a 2	Tractor: de orugas	15 o más Placa de empuje.
		Tractor: de ruedas	Placa de empuje espe cial para basuras Cubeta de carga delantera (2 a 5 m3) Cubeta de uso múltiple.
		Tralla, draga o carro tanque	
* 320 o más Tn / Día	2 o más	Tractor: de orugas o	20 o más Placa de empuje
		Tractor: de ruedas	Placa de empuje espe cial para basuras. Cubeta de carga delantera (2 a 5 m3) Cubeta de uso múltiple

3.8. Controles a practicar en un relleno sanitario.

En la etapa de desarrollo del proyecto con todos los datos anteriormente nombrados una vez recopilados y analizados, los responsables de la conducción de la obra podrán elaborar un plan de trabajo.

Este plan se inicia con el planteo en terreno del módulo a rellenas y desarrolla cada una de las tareas a ser ejecutadas, especificando el personal responsable de cada una de ellas, así como los equipos a emplear en cada uno de ellos.

El plan se actualiza en forma diaria conforme al avance que se registre en obra y se establecen las prioridades que permitan la continuidad del servicio de disposición final de residuos.



El plan de trabajo se actualiza con partes diarios que reflejan los resultados reales obtenidos, así como el equipo utilizado y las condiciones climáticas registradas; este parte permite una permanente evaluación de los trabajos que se ejecutan y brinda la oportunidad de verificar el rendimiento de los recursos empleados.

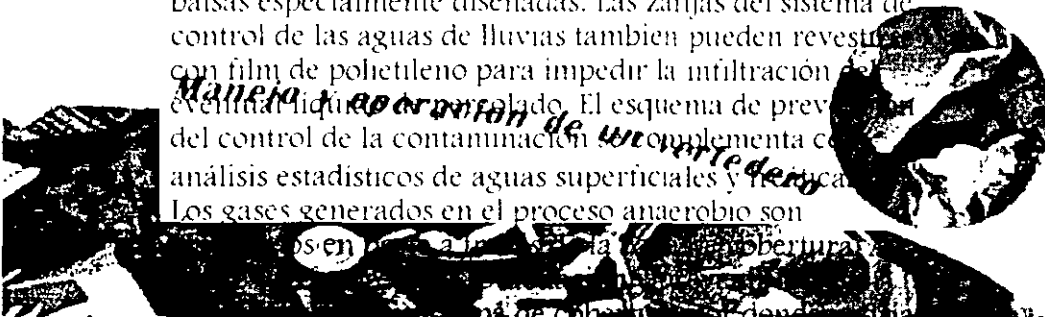
3.8.1. Control ambiental.

Resulta de suma importancia a efectos de preservar las condiciones sanitarias, un correcto análisis del medio donde se desarrolla el relleno sanitario. La contaminación de aguas subterráneas y superficiales podrá producirse sino se adoptan previamente medidas de control.

La carga orgánica contenida en los líquidos percolados es muy elevada y su dilución con agua de lluvia origina caudales de aguas contaminadas que no pueden ser admitidos por el cuerpo receptor sin un grave deterioro de su calidad. La infiltración simultánea de los líquidos de referencia origina la contaminación de la napa freática. A efectos de prevenir y evitar estas consecuencias se deberá proyectar un sistema de evacuación de las aguas de lluvia de alta eficiencia. En especial en el frente de trabajo se procederá al bombeo inmediato de las aguas acumuladas en las celdas en operación antes de que se mezclen con el líquido originado por la descomposición de las basuras. Para prevenir la filtración se deberá controlar la impermeabilidad de la superficie soporte de los residuos. En caso que el terreno resulte permeable se podrá aplicar distintas técnicas para lograr una impermeabilización segura.

No obstante y por distintos motivos, puede generarse un nivel excesivo del percolado, en este caso podrá irrigarse sobre basura rellena y no saturada o acumularse en balsas especialmente diseñadas. Las zanjas del sistema de control de las aguas de lluvias también pueden revestirse con film de polietileno para impedir la infiltración de eventual líquido percolado. El esquema de prevención del control de la contaminación complementa con análisis estadísticos de aguas superficiales y freáticas. Los gases generados en el proceso anaerobio son

los en la zona de cobertura. Los gases generados en el proceso anaerobio son altamente inflamables y explosivos. En consecuencia, los gases en la zona de cobertura, por donde podrían producirse filtraciones, se colocan en el relleno sistemas de ventilación, como ya hemos visto, los cuales deben verificarse en su funcionamiento.



Dentro del control ambiental debe considerarse:

- *Programa de control de moscas en el relleno sanitario.*

En el área de trabajo la efectividad de las operaciones para el control de las moscas puede medirse por el recuento de las moscas en el lugar de operaciones.

Capítulo 3 *Diseño y operación de rellenos sanitarios.*

La información sobre las necesidades y realizaciones de un programa de control se obtienen mediante una cuidadosa medición de criaderos y de las poblaciones de moscas, tanto antes como después de las labores de control, para lo cual debe tenerse en cuenta la dinámica de la población de moscas que se modifica por reproducción, mortalidad y migración, variando con la naturaleza del medio.

- *Control de roedores.* El relleno debido a la existencia de residuos domésticos constituye la principal fuente de alimentación para los roedores, lo que acarrea un inconveniente que debe ser tomado con las previsiones necesarias para evitar las posibles consecuencias sanitarias de la población. Para evitar la existencia de roedores en los rellenos se recomiendan dos tipos de prácticas:

- Compactado y recubrimiento diario de los residuos dispuestos.

- Empleo de venenos y cebos. El uso de los raticidas es uno de recursos más importantes en la lucha contra las ratas, pero presenta dificultades originadas en la instintiva desconfianza de los roedores.

- *Control ambiental Ex-Post:* Este control determina las diferentes labores de monitoreo necesarias una vez que se ha reinsertado el vertedero, previo a su clausura. Este monitoreo tratará del control de gases, asentamientos y lixiviados principalmente, además de los vectores sanitarios sea cual sea la función futura que desempeñe (parque, campo deportivo, etc.).

3.8.2. *Control de gestión.*

Tratándose de una obra que durante su ejecución de forma

específicamente está salvaguardando la salud pública, se

debe garantizar el cumplimiento de todas las actividades que la integran.

Por este seguimiento el nivel de decisión política podrá

evaluar el avance de los trabajos en forma directa y en

cualquier oportunidad, a través de una

documentación de manera precisa y

En los casos en que se recurra a la actividad privada para

la confección del Proyecto y/o ejecución de la obra existen

campos de responsabilidad perfectamente definidos para

que el Organismo Público administrador efectúe el

seguimiento con el simple recaudo de exigir la

seguimiento con el simple fin de exigir la documentación correspondiente a los responsables técnicos del proyecto ejecutivo y realizar su análisis y evaluación.

El control de gestión se nutre de información que se recoge en los niveles operativos y administrativos. Para ello es necesario efectuar el control pasivo.

3.8.3. Control técnico y de operación en vertederos.

Su objeto es controlar la ejecución técnica de las operaciones que se realizan en el vertedero como son: construcción de celdas, compactación, cobertura final y el Control estadístico y administrativo, de los desechos que entran en el recinto, identificando el tipo de desecho, peso, y procedencia además de la tipología del tipo del vehículo, hora de entrada del mismo y otros aspectos referentes a las labores del personal de mantenimiento.

A los efectos de facilitar el diseño de un sistema de control se incluyen en el Anexo al final del módulo un anexo de formularios tipo, utilizados para el control de la administración del relleno.

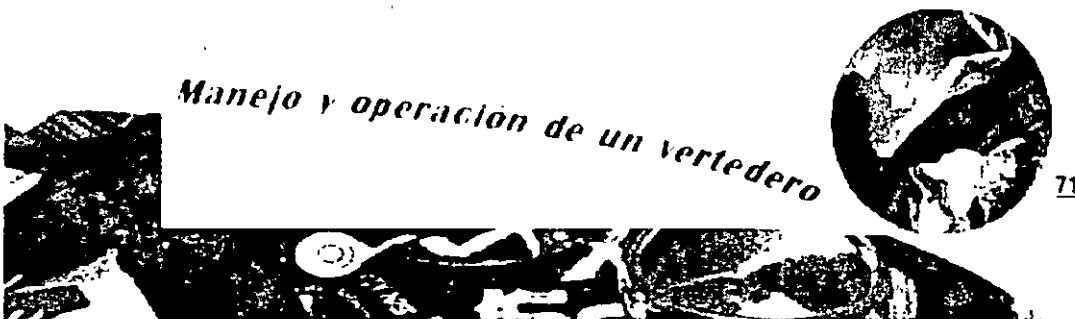
En cada formulario se encuentran las instrucciones de uso. Estos formularios son los siguientes:

- Formulario n° 1: Registro semanal de mano de obra
- Formulario n° 2: Informe diario sobre actividades de disposición final
- Formulario n° 3: Informe diario sobre actividades de recolección
- Formulario n° 4: Registro de reparaciones y mantenimiento
- Formulario n° 5: Inventario de equipos e instalaciones
- Formulario n° 6: Resumen de operaciones
- Formulario n° 7: Resumen de costo total e ingresos

3.8.4. Higiene y seguridad laboral.

Durante la elaboración de un proyecto de relleno sanitario se deben contemplar normas de seguridad para evitar los riesgos de accidentes resultando aconsejable contar con un programa de higiene y seguridad a desarrollar durante la ejecución de las obras.

- En el diseño se tienen que minimizar los cruces de la trama vial interior, diagramar una adecuada señalización vertical y horizontal indicando accidentes topográficos, cruces, puentes, alcantarillas, velocidades máximas a observar, acceso a balanzas, zonas de tránsito no habilitadas y zona de descarga.
- Las sendas peatonales pueden proyectarse sobre áreas ya rellenadas, tratando que se encuentren totalmente separadas del tránsito vehicular. En el área de descarga, la operación debe preverse sin exponer a riesgos al personal que allí opera, en playa de maniobras, debe impedirse dar instrucciones de estacionamiento desde atrás del vehículo, por lo reducido del campo visual del conductor.



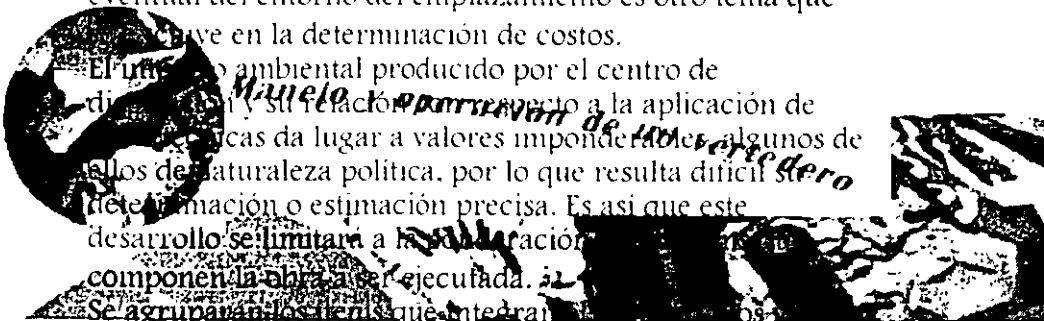
Capítulo 3 *Diseño y operación de rellenos sanitarios.*

- Suele ser frecuente la necesidad de empujar las unidades mecánicas para ayudar a salir de zonas pantanosas, para ello deben preverse los elementos mecánicos indispensables para ejecutar las operaciones (barra de tiro).
- A los trabajadores se les debe proveer de indumentaria y medios de protección acordes a las distintas operaciones que ejecutan. Casco, calzado de seguridad, guantes, chalecos fluorescentes (para uso en operaciones nocturnas) son elementales para los responsables del mantenimiento y limpieza de la obra así como para los encargados de playas de descarga y maniobras. En caso de operaciones nocturnas, en el vertedero se deben colocar niveles lumínicos para asegurar las condiciones laborales, los artefactos serán fijos y/o montados sobre los equipos mecánicos que se utilicen.
- El sistema de prevención contra incendios es otro de los elementos a diseñar para prevenir posibles focos durante la operación del relleno, o brindar colaboración a vehículos recolectores que puedan arribar con la carga encendida. Se debe también determinar un área de vertido de emergencia lo más cercano posible al acceso principal.

3.9. Determinación de costos.

Para la determinación de los costos de un relleno sanitario se consideran todos los insumos afectados en forma objetiva a la faz operacional, dejando de lado elementos subjetivos, cuya ponderación resulta difícil generalizar, por ello, que no se considera el valor del terreno antes de ser rellenado ni tampoco el que tendría después de concretadas las obras ya sea de relleno u obras de destino final a dar al área. La devaluación o revalorización eventual del entorno del emplazamiento es otro tema que debe tenerse en cuenta en la determinación de costos.

El impacto ambiental producido por el centro de disposición y su relación con respecto a la aplicación de las leyes ambientales da lugar a valores imponderables, algunos de los cuales son de naturaleza política, por lo que resulta difícil su determinación o estimación precisa. Es así que este desarrollo se limitará a la valoración de los componentes de la obra a ser ejecutada. Se agruparán los ítems que integran los costos en dos variables; los primeros son independientes de la operación mientras los segundos son directamente proporcionales a la productividad del centro de disposición.



Costos fijos.

Este costo está constituido por la inversión que es necesaria realizar para comenzar la recepción de los residuos.

Comprende los siguientes ítems:

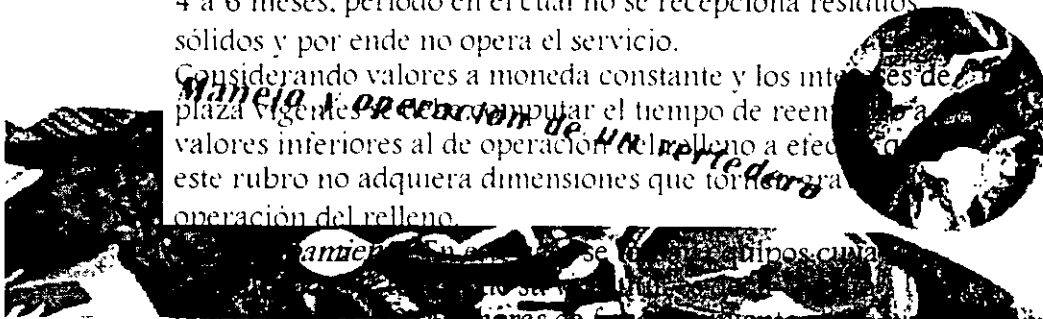
- **Proyecto y Dirección de obra:** Corresponde a la elaboración del proyecto y la dirección permanente en obra, así como la adecuación de las modificaciones eventuales que pudieran requerirse.
- **Infraestructura:** Comprenden las instalaciones fijas necesarias para la operación del relleno, instalación de galpones, alambrado perimetral, cartel de obra, refugios de vigilancia y control, oficinas y fosas de báscula, suministro de agua, tanque elevado, playas de estacionamiento, accesos al predio, sistemas de iluminación, grupos electrógenos, vallas de protección, estación de combustible, vestuarios y servicios sanitarios.

- **Preparación del terreno:** En este ítems se incluyen terraplenes perimetrales, conformación del primer módulo, conformación de mantos resistentes y de rodamientos de los caminos de operación, acopio de materiales, clasificación de los suelos, excavaciones y preparación de superficies portantes del relleno, primer tramo del sistema de drenaje, obras de arte, obras complementarias del sistema de control ambiental. Para la preparación de este apartado puede utilizarse el mismo equipo a emplear durante la ejecución del relleno, pero para la determinación del costo lo computamos de forma independiente, ya que además de constituir una inversión, muchas veces requiere equipamiento y personal adicional, dependiendo lógicamente del plazo que se tenga para la habilitación del centro de operaciones.

- **Costos financieros:** La preparación del terreno y la infraestructura representa una importante inversión, el plazo que demanda para su ejecución puede estar entre los 4 a 6 meses, periodo en el cual no se recibe residuos sólidos y por ende no opera el servicio.

Considerando valores a moneda constante y los intereses de plaza vigentes, se computa el tiempo de reemplazo de los valores inferiores al de operación del relleno a efectos de que este rubro no adquiera dimensiones que tornen la operación del relleno.

Se consideran los equipos que poseen más de 10.000 horas de funcionamiento y su modelo no supere los 10 años. Así se considera un valor mensual de cada máquina que incluye su amortización, financiación, reparaciones, repuestos y seguros, este



concepto es similar a una locación mensual del equipamiento necesario para realizar la totalidad de la obra de relleno.

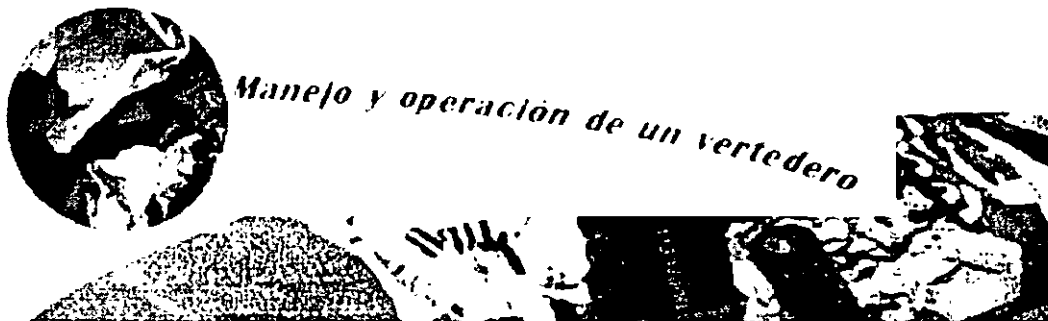
Este es el rubro de mayor preponderancia entre los componentes del costo fijo en análisis y junto con los costos variables originados en ellos (personal, combustibles y lubricantes) condicionan una elección de los equipos para la normal operación del re-lleño sanitario.

Capítulo 3 *Diseño y operación de rellenos sanitarios.*

Costos variables.

Estos costos están compuestos de todos aquellos insumos que se afectan en forma proporcional en la operatoria del relleno sanitario, a saber:

- **Personal:** Se toma en este rubro la totalidad del personal que opera el relleno, es así que se considera a los operadores de equipo, a los responsables de la vigilancia y control, al personal de mantenimiento y reparaciones ligeras afectados a los equipos, los empleados encargados de la limpieza de la obra, a los controles de tráfico y capataces. Los valores a indicar incluyen las cargas sociales y los seguros por accidentes de trabajo. Este rubro puede reducirse en forma significativa en algunos casos, donde el operador del equipo pesado asume distintas funciones, modalidad que resulta de difícil aplicación para la idiosincrasia de América Latina.
- **Combustible y lubricante:** El estudio de los costos que producen los lubricantes y el combustible depende de los vehículos que se utilice, se puede decir de forma general que los lubricantes equivalen a un 20% del costo del combustible.
- **Otros insumos:** Existen algunos materiales que son consumidos a lo largo de la obra y que también hay que valorarlos estos son entre otros:
 - Aridos finos, utilizados para conformar la capa de rodamiento de la trama vial interna.
 - Tuberías de hormigón, para realizar las cámaras de control del líquido percolado.
 - Piedra partida para rellenar las zanjas recolección del líquido percolado.
 - Semillas para fijar el desarrollo de vegetación (en manto de cobertura o áreas vegetales).
 - Consumo eléctrico en el transcurso de la operación.



Capítulo



Manejo y operación de un ve



4. Cierre y sellado de vertederos.

El diseño y la construcción de rellenos sanitarios es una actividad continua que finaliza solamente cuando toda la capacidad disponible o permitida en la zona ha sido completada con residuos sólidos. Cuando esto se produce el vertedero se debe cerrar, marcando la acción final de una instalación que no va a recibir más residuos. Para asegurar el funcionamiento de los controles ambientales en el cierre y durante un periodo posterior, debe desarrollarse un plan que a menudo se realiza durante la fase de diseño. El objetivo del plan es definir los pasos que hay que adoptar para cerrar el vertedero y los elementos de mantenimiento post-cierre que se requieran.

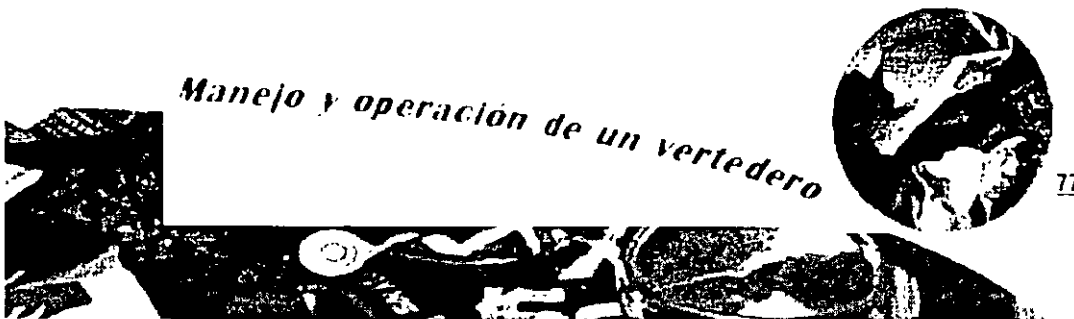
Los vertederos cerrados o abandonados, presentan diversos problemas potenciales para la comunidad, los cuales pueden ser más graves y costosos de solucionar que supervisar y construir vertederos nuevos, porque las prácticas de vertido del pasado normalmente no seguían los criterios y normativas actualmente en uso. Sin criterios de gestión, muchos vertederos aceptaban residuos que actualmente se excluyen de los vertederos de RSU.

Por ello en este apartado trataremos de presentar los elementos claves implicados en planes de cierre para vertederos o rellenos sanitarios, además de las acciones que se pueden adoptar para sellarlos y las líneas directrices para el mantenimiento a largo plazo de rellenos sanitarios cerrados o en proceso de cierre. Hay que señalar que el cierre de un vertedero es una actividad separada del diseño y de la explotación del mismo.

4.1. Efectos de los vertederos cerrados.

La falta de planificación y control de la operación de vertido de residuos sólidos, la escasa supervisión en las actividades industriales generadoras de importantes volúmenes de residuos asimilables a urbanos o de carácter peligroso, junto con una inapropiada disposición de estos, origina áreas ambientales degradadas, que pueden causar variados impactos en los núcleos de población cercanos.

Los vertederos cerrados o en proceso de cierre, son un problema cuando existe un impacto sobre la salud pública o sobre el ambiente, producido por los residuos o subproductos de los residuos, tales como gases lixiviados y otros. En muchas situaciones, el vertedero permanece como un vecino benigno, sufriendo los procesos naturales de descomposición sin generar riesgos. No obstante, como el incremento de la población ha producido cambios en la utilización de los terrenos, los vertederos cerrados y/o aban



Capítulo 4

Cierre y sellado de vertederos.

donados pueden llegar a producir impactos sobre la actividad humana. En este contexto, dentro de las comunidades se debate mucho acerca de los impactos de vertederos, reales o percibidos y cual será el efecto sobre sus hogares

Hay pasos que permiten responder a estas preguntas como los siguientes: identificación del lugar, identificación y estudio de los caminos que pueden seguir los contaminantes para afectar a la población y al ambiente, análisis de los impactos por los asentamiento del vertedero, los impactos visuales y reacciones del público respecto al problema

- **Identificación del lugar.**

La primera indicación de un problema con un vertedero en proceso de cierre, puede provenir de la denuncia de las personas que habitan en las cercanías. Si la denuncia se basa en un reconocimiento visual de los materiales residuales o en movimientos de tierra realizados, se habrá identificado el emplazamiento del vertedero cerrado. En el caso que se detecten malos olores, incendios o que el agua procedente de un pozo este contaminada, se necesitara una investigación mas profunda para identificar la localización exacta del lugar, porque en muchos casos el contaminante que produce el problema puede haberse trasladado desde el vertedero. Estas investigaciones, requieren en la mayoría de los casos de trabajos de campo, los cuales mejoran significativamente cuando se llevan a cabo por profesionales con experiencia en el tema

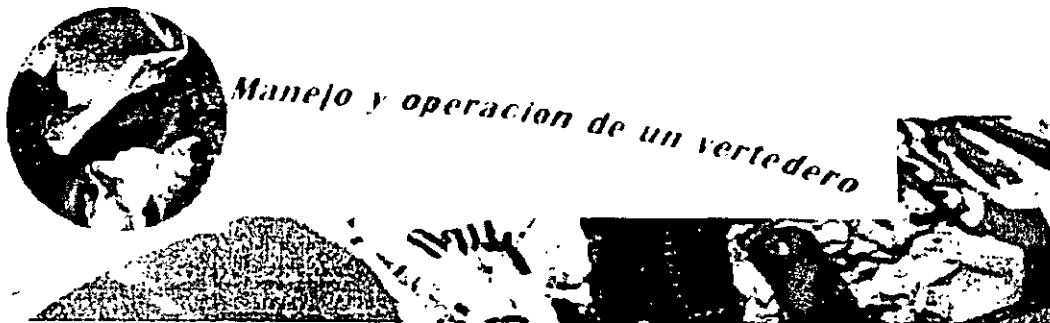
- **Identificación de las vías de contaminación.**

Los contaminantes pueden surgir como gases en el aire y suelos o como lixiviados en las aguas superficiales y subterráneas. Si no se detecta contaminación en la zona del vertedero, es importante definir la ruta de movimiento del contaminante, el camino, desde el vertedero hasta el punto de detección. En el caso de las aguas superficiales, el camino a menudo es el canal de un riachuelo o una superficie erosionada. Para las aguas subterráneas, normalmente, el camino es el acuífero superior de las aguas subterráneas. Los gases del suelo se trasladaran desde las zonas menos permeables a las mas permeables hasta que entren en la atmosfera. Una vez establecido el camino, la practica comun es identificar todas las actividades, comerciales o industriales en el area afectada, para poder completar una valoración de los impactos de los contaminantes

La acumulación de los residuos, agravada por la pluviometría, produce lixiviados que pueden contener metales pesados, bacterias coliformes y alto contenido en nutrientes (potasio y fósforo)

La contaminación del agua subterránea y de cursos superficiales que pueden atravesar los lugares de disposición incontrolada es en casos irreversibles, llegando a inutilizar pozos que se encuentran a grandes distancias del lugar

Los humos, los gases y el polvo son los tipos de trastornos que mas suelen afectar a las poblaciones de los entornos de vertederos



- **Impactos por asentamientos del relleno.**

Cuando se descomponen los residuos en un vertedero, se producen asentamientos en la superficie del terreno. En muchos vertederos cerrados o abandonados, los asentamientos de la superficie producen depresiones que afectan a la escorrentía superficial, produciendo encharcamiento de las aguas. Los impactos de los asentamientos incluyen destrucción de las vías de escorrentía superficial, rotura de pavimentos, incremento del flujo del gas procedente de los residuos, daños en tuberías y en los conductos de servicios públicos.

- **Impactos visuales y medición de las reacciones del público.**

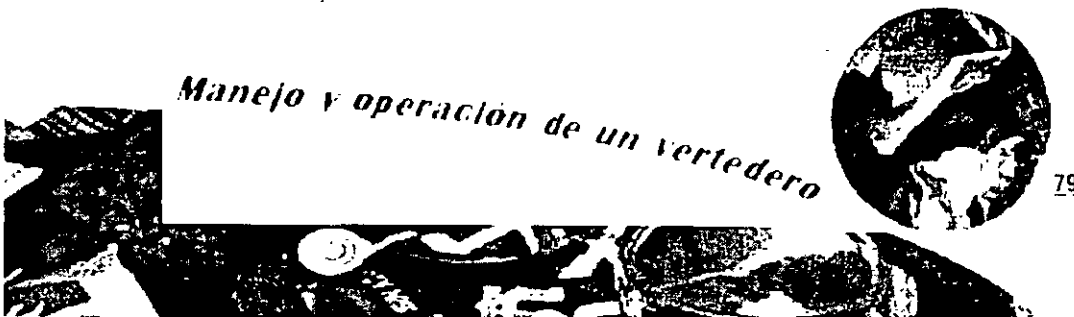
El impacto visual de un vertedero cerrado o en proceso de cierre puede ser negativo, debido a la presencia de residuos dispersos, sitios eriazos u otros¹. Además de ello, genera inquietudes y preocupación en la población por la posible ocupación y uso ilegal del terreno, o porque el lugar se convierta en un foco de delincuencia. Estas inquietudes y miedos pueden manifestarse a través de demandas de acción hacia las autoridades, las cuales pueden encontrarse con grandes dificultades para resolver un problema importante². Esto conduce a que se implementen planes y normativas para realizar investigaciones sobre posibles afecciones a la salud y al ambiente, a fin de determinar los impactos sobre los ciudadanos. Estas investigaciones, que pueden ser llevadas a cabo en vertederos activos y clausurados y pueden importar un costo mayor para los usuarios del servicio de aseo o los contribuyentes en general.

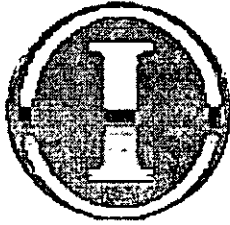
4.2. Introducción de medidas correctoras.

La introducción de medidas correctoras en un emplazamiento utilizado para la evacuación de residuos depende en gran medida de las normativas sobre la salud pública y el ambiente existentes. En la mayoría de los casos, las normativas están estructuradas para establecer límites según el contaminante, teniendo los contaminantes tóxicos las normas más restrictivas sobre las cantidades permitidas en el ambiente. *Sin embargo se debe señalar que las normas más restrictivas para los contaminantes tóxicos son normas de referencia.* Aunque no es posible definir la cantidad de problemas que pueden desarrollarse con los contaminantes en un vertedero o relleno sanitario cerrado, sí se puede definir un procedimiento a seguir para responder a un problema identificado.

¹ También puede ocurrir que se presenten problemas estéticos.

² También puede ocurrir que se creen problemas en relación con la salud pública, tales como enfermedades en "cachorros", enfermedades zoonóticas, animales domésticos o la propagación de enfermedades transmitidas por artrópodos como la mosca puparia, etc. por sectores como animales o agricultura.





Indice

Indice	8
Objetivos	9
Introducción	10
Capítulo 1. Relleno sanitario o vertedero controlado. Generalidades	13
Capítulo 2. Selección de emplazamientos para rellenos sanitarios	21
Capítulo 3. Diseño y operación de rellenos sanitarios	33
Capítulo 4. Cierre y sellado de vertederos.	75
Capítulo 5. Reinserción de vertederos	97
Glosario.	103
Bibliografía	106
Actividades de Aprendizaje.	108
Fichas de Autoevaluación	111
Anexo N° 1: Formularios de control de operaciones	113
Anexo N° 2: Relleno sanitario manual.	123



Manejo y operación de un vertedero



Capítulo 4

Cierre y sellado de vertederos.

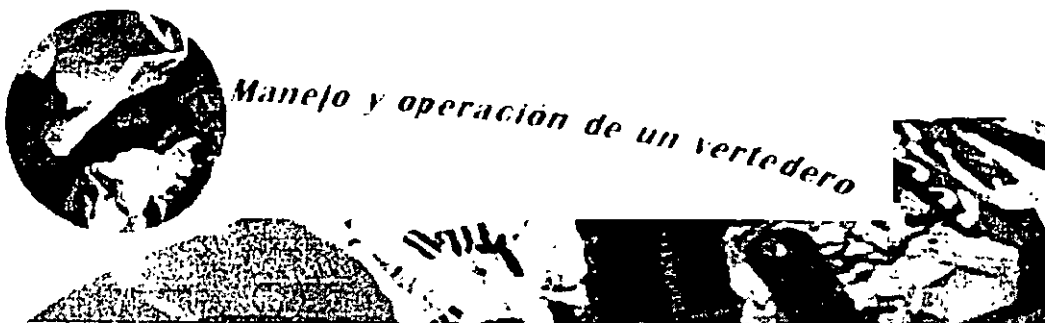
Cuando se ha identificado que un antiguo vertedero o relleno sanitario origina problemas ambientales, es importante llevar a cabo trabajos en terreno para definir los tipos y cantidades de contaminación que provocan el problema. Las investigaciones en terreno para identificar el tipo y la cantidad de contaminantes son costosas e interrumpen la utilización que se esté dando al emplazamiento o a los terrenos afectados por la vía que pueda seguir el movimiento de contaminantes. Cuantificar el movimiento subterráneo de contaminantes desde un antiguo vertedero cerrado es costoso, porque normalmente se sabe poco o nada sobre los estratos inferiores. Por lo tanto, es prudente hacer una aproximación estructurada a la recogida de datos de campo que lleve la investigación a través de una serie de pasos, cada uno de los cuales, tendrá un objetivo concreto y un presupuesto para llevarlo a cabo. Todas estas prácticas son compartidas por la bibliografía especializada actual, pero sin embargo son muy difíciles de llevar a la práctica en su totalidad y coordinadamente en países subdesarrollados o en vías de desarrollo.

La clasificación de un vertedero cerrado o abandonado es importante para definir las soluciones concretas más adecuadas. Una vez que se ha clasificado el emplazamiento, se puede proceder con la acción correctora. Los principales objetivos que persiguen inicialmente los estudios son:

- determinar si se ha producido una emisión de contaminantes desde el relleno hacia el ambiente
- determinar si hay algún peligro inmediato para las personas residentes o que trabajan en las inmediaciones del lugar
- definir las principales recomendaciones para el sellado

La evaluación requiere los siguientes pasos:

- Recopilación de la información existente
- Caracterización del lugar
- Análisis de los resultados de mediciones
- Aplicación de criterios cualitativos
- Prioridad para la inspección del lugar
- Preparación del informe
- Documentación
- Desarrollo de la información para realizar un seguimiento más detallado



Basándose en los resultados de la evaluación del lugar, puede optarse por una de las siguientes alternativas:

- No implementa medidas correctoras si no hay amenaza para la salud pública o para el ambiente
- Recomendar un plan de sellado

4.3. Implementación de soluciones ambientales en vertederos cerrados.

Las soluciones ambientales para vertederos o rellenos sanitarios de residuos sólidos urbanos abandonados, requieren acciones similares a las adoptadas para el cierre de los vertederos existentes. En general, las soluciones ambientales para vertederos cerrados son únicas, siendo esto más evidente cuando el lugar ha sido edificado o tiene otro uso provechoso. Según la gravedad de la contaminación, los usos actuales pueden verse afectados severamente llegando incluso al abandono del lugar.

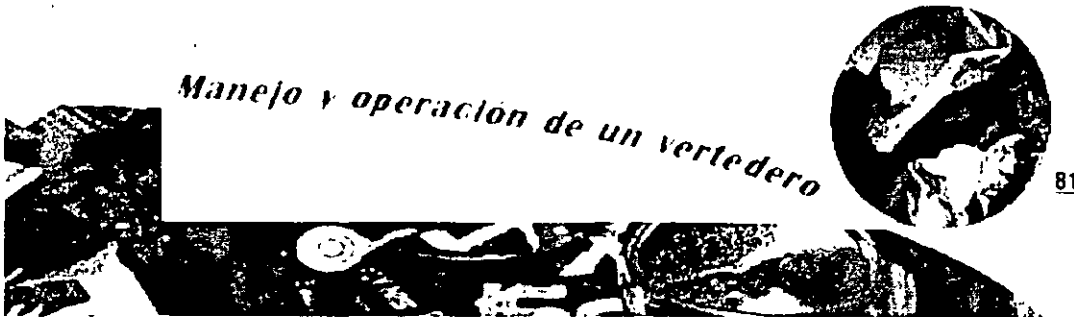
Una solución completa tanto para vertederos en proceso de cierre como cerrados, en la mayoría de los casos tendrá tres etapas: la primera consiste en la eliminación en el origen, de todo o una parte importante del problema. La segunda etapa, llamada de atenuación, tiende a reducir la severidad del problema. La última etapa de supervisión, se implementa para controlar la solución con el fin de asegurarse que el problema ha sido eliminado.

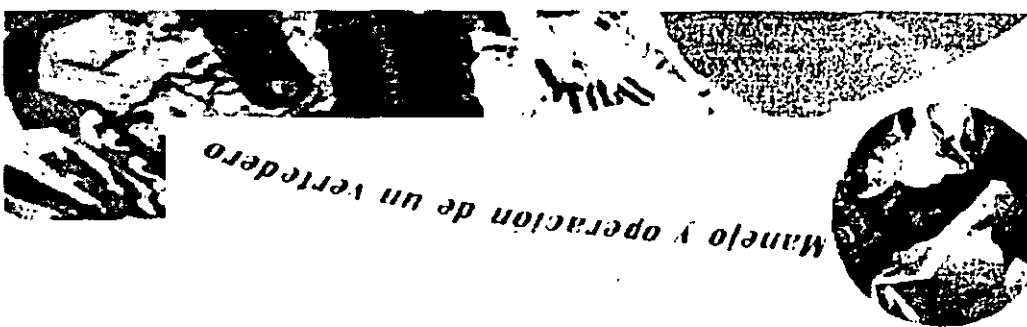
• Eliminación de los problemas en el origen.

Los problemas más comunes en los vertederos en proceso de cierre, tienen relación con los asentamientos del relleno, la erosión de las capas de recubrimiento, las migraciones de biogás y lixiviados fuera del relleno.

Los problemas de asentamiento superficial del terreno, pueden ser solucionados de manera sencilla llevando suelos adicionales al lugar para rellenar las zonas con depresiones, repavimentando las zonas que estén afectadas cuando sea necesario, y/o protegiendo el recubrimiento contra la erosión y la infiltración.

En el caso que ocurran problemas de erosión con exposición de los residuos sólidos, las soluciones pasan por llevar suelos adicionales al lugar para rellenar los canales de erosión, instalar tuberías de metal o canales de hormigón para llevar las aguas pluviales, cruzando el vertedero hasta puntos de descarga fuera del relleno, devolver todos los residuos al lugar desde donde fueron trasladados y enterrarlos debajo de los suelos de cobertura que se dispongan para rellenar los canales de erosión. En resumen el problema de la erosión del suelo se soluciona con un costo razonable cuando el vertedero no ha sido mejorado para usos productivos.





Manejo y operación de un vertedero

La comprobación de la eliminación del problema de contaminación requiere que se implementen sistemas de monitoreo. El tipo y el número de puntos de monitoreo dependerá directamente del problema ambiental que se requiere resolver. Por ejemplo, un problema producido por líquidos lixiviables, necesidad de sistemas de monitoreo de las aguas subterráneas, en cambio, un problema causado por la generación de gas necesitará que se implementen sistemas de monitoreo de suelos y el aire.

• Supervisión de la efectividad de la Solución.

- Implementar equipamiento para tratar el agua proveniente del pozo, tratando la contaminación hasta conseguir niveles seguros de calidad para el agua.
- Cerrar los pozos de agua contaminados e instalar líneas nuevas de servicio de agua para los destinos servidos por los pozos contaminados.
- Sellar el lugar para prevenir la entrada de agua a los residuos, reduciendo así la futura cantidad de lixiviables en el vertedero (un sellado típico sería una capa nueva impermeable colocada encima de la cubierta actual).

Las acciones de atenuación para la contaminación por líquidos lixiviables pueden clasificarse en tres tipos:

Las acciones de atenuación para la contaminación por líquidos lixiviables pueden realizarse mientras se desarrollan las acciones de solución.

En general, se requiere una acción de atenuación de un problema de contaminación, generado por un vertedero en proceso de cierre o cerrado, cuando la solución más rápida sea difícil de llevar a cabo o, cuando para preservar la salud pública, sea necesaria una acción que no es una solución definitiva. En algunos casos, las acciones de atenuación se realizarán mientras se desarrollan las acciones de solución.

• Atenuación para reducir la severidad del problema.

En caso que se registren migraciones de líquidos lixiviables, estos se deben interceptar antes que alcancen algún curso de aguas o contaminen el suelo y deben ser conducidos y controlados hasta que puedan ser depurados o tratados.

Si el vertedero y el terreno circundante han sido mejorados para usos productivos, los problemas del metano y de otros gases serán los más caros de solucionar porque el equipo de perforación y las máquinas para excavar zanjas no tendrán un buen acceso a las zonas de trabajo.

Finalmente, cuando se ha demostrado que una serie de soluciones técnicas son factibles para cumplir con los requerimientos mínimos permisibles sobre contaminación, la elección de la solución, atenuación y monitoreo se deberán apoyar con los aspectos de viabilidad económica.

4.4. Metodología general de cierre y sellado.

Cuando un vertedero o relleno sanitario ha completado su vida útil, debe seguir funcionando eficazmente como una unidad para el control ambiental de los residuos, durante un largo periodo de tiempo en el futuro. Actualmente en América Latina se están imponiendo requerimientos más estrictos y se empieza a requerir la inclusión de un plan de cierre y sellado como parte del proceso de aprobación de un proyecto de relleno sanitario antes de comenzar las operaciones de construcción y vertido de residuos sólidos. El plan de cierre y sellado debe contemplar todas las características del lugar e identificar las entidades responsables para implantar la clausura de las instalaciones. Normalmente, los planes de cierre y sellado desarrollados de diseñar un vertedero, se modifican durante la explotación. Por tanto, es importante poner al día cada cierto tiempo el plan de cierre y sellado.

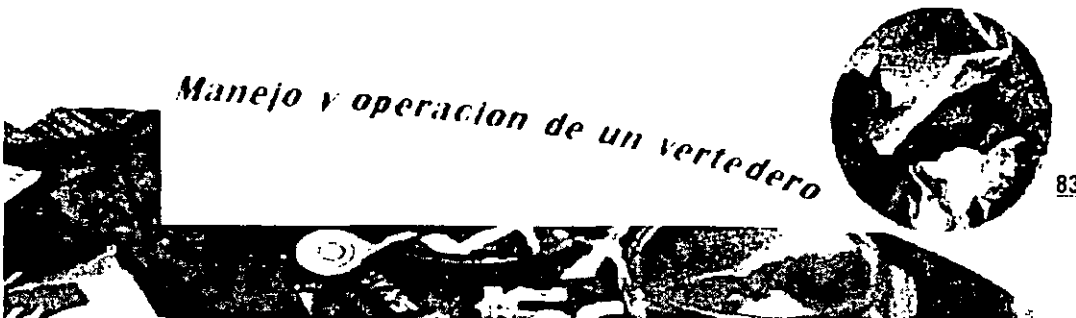
En un plan de cierre y sellado conviene los siguientes puntos:

- Diseño de la capa de sellado
- Sistemas de control de las aguas superficiales y de drenaje.
- Control de los gases de vertedero.
- Control y tratamiento de los lixiviados
- Sistemas de monitoreo ambiental

Corresponderá a los operadores del relleno sanitario, sean estos municipales o privados, la ejecución de las tareas y a los servicios de salud respectivos ejercer las funciones fiscalizadoras correspondientes.

4.4.1. Diseño de la capa de sellado.

El diseño de la cobertura final es una parte integral del plan de desarrollo del lugar y debe satisfacer dos funciones principales que se dispone sobre la superficie de un vertedero, después que este ha finalizado su etapa de explotación.



Capítulo 4

Cierre y sellado de vertederos

- Asegurar la integridad post-clausura a largo plazo del vertedero con respecto a cualquier contaminación ambiental
- Soportar los posibles usos posteriores que se de al área

Los parámetros de diseño típicos para la capa de sellado incluyen:

- Configuración del relieve
- Permeabilidad final.
- Pendiente superficial.
- Medidas correctoras ante asentamientos en el vertedero.
- Estabilidad de los taludes

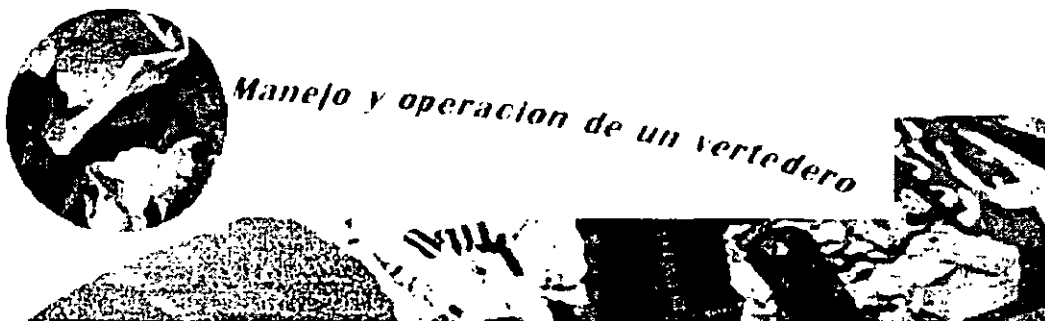
Las soluciones constructivas que se aplican para sellar un relleno sanitario, son actualmente de variadas formas. A continuación se describirán solo dos tipos de soluciones por considerar las más representativas, cuales se podrá llegar a soluciones intermedias

La primera solución corresponde a aquella que la bibliografía especializada recomienda como el sistema típico de cobertura final empleado en países desarrollados, mientras que la segunda corresponde al sistema mínimo de cobertura final

Todo diseño de cobertura final, debe cumplimentar requisitos de higiene, seguridad, estética y utilización del emplazamiento tras la clausura, junto con requisitos de ingeniería de permeabilidad, compresibilidad y resistencia. Esto último, principalmente para proporcionar un soporte estructural a la cubierta vegetal y soportar al menos, las cargas impuestas al lugar por el tráfico

Para asegurar que los principios anteriores sean cautelados durante la operación de reinscripción del área, se deberán considerar, entre los principales, los siguientes aspectos relacionados con el control de la operación:

- Control del agua introducida al vertedero así como de la escorrentía superficial, para minimizar la generación de lixiviados y biogás
- Protección de la población de los peligros derivados del contacto directo con algún tipo de residuo
- Control del movimiento de gases para introducir medidas correctoras
- Garantía de estabilidad de la cobertura e introducir medidas correctoras principalmente cuando se producen movimientos del terreno
- Minimización de olores desagradables



La capa superior, capa de soporte vegetal, constituida por tierra franco-arcillosa orgánica es utilizada como soporte de la vegetación, a fin de reducir la erosión, la infiltración de la precipitación y favorecer la evaporación, a la par de cumplir adicionalmente funciones de estanca.

La capa de drenaje lateral, se ubica bajo la de soporte vegetativo y esta conformada por gravas de granulometría gruesa, en algunos casos reforzadas con geomallas. Su objetivo es favorecer el drenaje lateral de cualquier infiltración de agua, a través de pendientes y drenaje o tuberías para recoger el agua.

Opcionalmente, se puede instalar geotextil bajo el horizonte de suelo orgánico y sobre la capa de drenaje lateral subyacente. El geotextil sirve para mantener la separación entre las capas y actúa como un filtro minimizando la migración de materiales. Si los finos del horizonte de suelo migran hacia la grava, la capa del horizonte de suelo reduce su capacidad para mantener la vegetación mientras la grava reduce su capacidad de drenaje lateral. La presencia del geotextil entre estas capas reduce el riesgo de colmatación de la capa de drenaje con los finos del horizonte de suelo.

Estas dos primeras capas se justifican cuando se ha desarrollado un plan de reinsertión que contempla como alternativa la utilización de la zona como área verde. Por lo tanto, si no fuera ese el destino previsto, estas capas no se justifican.

Debajo de la capa de drenaje lateral hay una o más capas barrera, las que pueden ser del tipo geomembrana, arcillas naturales o materiales mezclados.

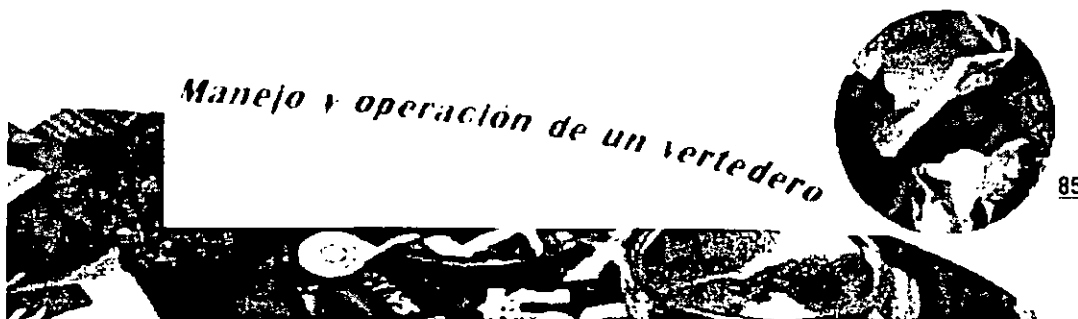
Estas capas representan el impedimento final para la infiltración de precipitaciones. Una recomendación importante en el diseño indica mantener la integridad de la capa barrera durante y después de los asentamientos del vertedero.

Por debajo de la capa barrera puede situarse una capa de recogida de gases utilizada para retener los gases generados posteriormente, emitirlos a la atmósfera. Esta capa se compone de arena gruesa y grava y puede contar con tuberías.

La capa inferior en el sistema de cobertura de un vertedero es la capa sub-base que adapta las superficies irregulares e inestables. Esta capa también ayuda a la construcción de una cubierta con las curvas de nivel necesarias para favorecer el drenaje lateral y minimizar la carga hidráulica.

El sistema de cobertura puede llevar una capa de georejilla para mejorar la integridad estructural del sistema. La rejilla aumenta la capacidad de cobertura para redistribuir las tensiones y minimizar los asentamientos diferenciales. Así resulta mejor protegida la integridad de las diversas capas.

El sistema mínimo de cobertura final para el sellado, propuesto en algunas aplicaciones y que es el resultado de diversas experiencias, apunta a cubrir las mínimas necesidades para cumplir con los objetivos antes señalados, dentro de un nivel de costos que permitan su viabilidad para la realidad de nuestros países. Este sistema consiste en la colocación de una capa de suelo con un espesor mínimo de 60 cm, con características de franco arcilloso. Es preciso dejar establecido, que previo al sellado, el primer movimiento de tierra deberá estar dirigido hacia el reordenamiento de los residuos que



Capítulo 4

Cierre y sellado de vertederos.

se observen en el área y que no hayan sido cubiertos por la última capa de suelo dispuesta en la etapa de cierre.

Los movimientos de tierra que se ejecuten para construir el sistema de cobertura final, deberán mantener la integridad de las chimeneas que constituyen el sistema de ventilación del relleno si estas existen. Sobre este particular, es recomendable que se realice en paralelo con los movimientos de tierra, los trabajos destinados a destapar, limpiar y habilitar la salida de las chimeneas que se dejarán como parte integrante del sistema de drenaje de gases.

Se puede evaluar anticipadamente la cobertura del vertedero, sometiendo al diseño final a un análisis ingenieril que incluya los asentamientos del vertedero, la estabilidad de los taludes y la capacidad de soporte del relleno.

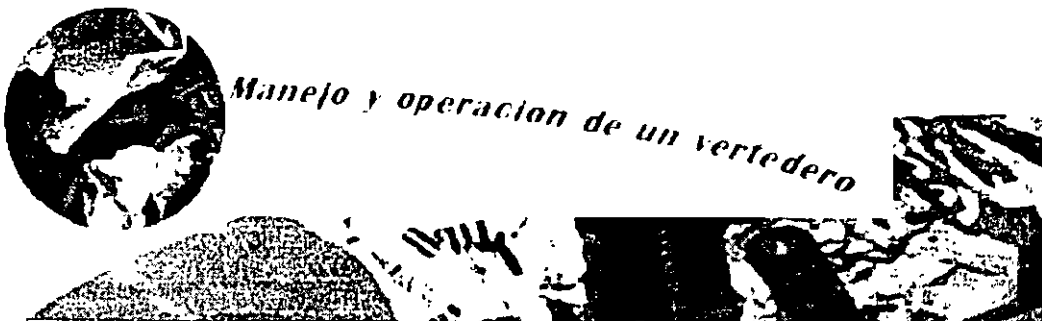
4.4.2. Control de aguas superficiales.

La evacuación de las aguas superficiales, como ya se ha explicado, tiene como propósito evitar al máximo su infiltración al interior de la masa de residuos compactados, para evitar principalmente el aumento de líquidos lixiviados y gases.

Las pendientes al interior del vertedero cerrado, quedarán definidas por el diseño, pero se deberán asegurar las mínimas que permitan el escurrimiento de las aguas superficiales desde el interior del relleno hacia los puntos de evacuación que se hayan proyectado o fuera de la superficie del vertedero, en la menor distancia posible. Las pendientes mínimas se obtendrán mediante movimientos de tierra que combinen las necesidades de cobertura, las necesidades de escurrimiento del agua y las condiciones topográficas adecuadas para el uso del terreno.

Uno de los principales aspectos a cuidar es que las aguas procedentes de la lluvia y nieve escurran sobre la superficie de cobertura final sin que se produzca una erosión excesiva o una filtración. El mayor riesgo está en el estancamiento de las aguas superficiales en zonas de asentamiento del terreno. En resumen, en el diseño de las instalaciones para el control del agua deben incluirse los siguientes aspectos:

- Recogida y desviación de las aguas superficiales fuera de la superficie del vertedero, en la menor distancia posible.
- Selección de rutas de canalización y drenaje, para arrastrar las aguas con velocidades que eviten sedimentación.
- Uso de pendientes suficientes como para maximizar la desviación de la escorrentía superficial y a la vez minimizar la erosión.
- Especificaciones para los materiales según las características del drenaje, que permitan el arreglo y reemplazo cuando se asiente el vertedero.



Considerando que las aguas de escorrentía superficial deben ser evacuadas, se podría evaluar su aprovechamiento dirigiéndolas hacia un estanque de regulación, para su posterior aprovechamiento en el riego. De considerar esta opción, se deberán implementar las instalaciones de recogida de sólidos gruesos y decantación de finos necesarios, para evitar que estos se acumulen en el estanque de regulación.

4.4.3. Control de gases.

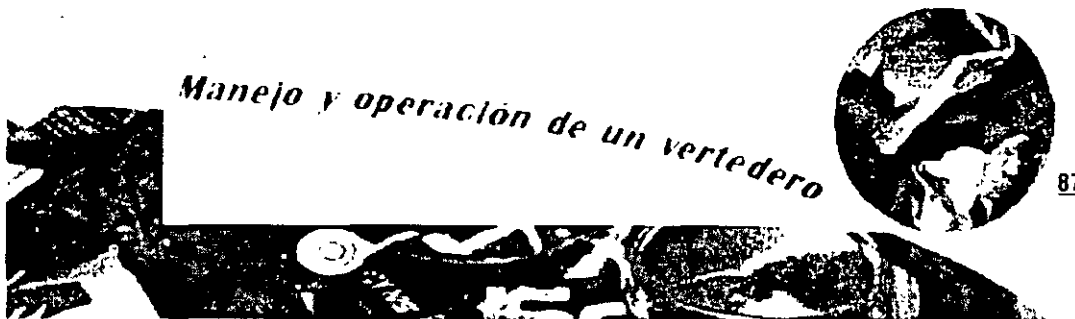
En los vertederos se genera una familia de gases, que dependen principalmente de la edad del relleno, del tipo de relleno, y de los sistemas de explotación del biogás. El contenido de humedad, la densidad, la granulometría, el espesor del relleno, entre otros parámetros condicionan la generación de biogás en un vertedero en particular.

El biogás de un relleno sanitario generalmente está compuesto entre un 40% a 60% en volumen por metano, y entre un 60% a 40% en volumen por dióxido de carbono. Otros gases solamente están presentes en pequeñas cantidades. El nitrógeno y el oxígeno, se presentan en porcentajes elevados en las fases iniciales de producción de biogás, cuando la producción de metano y dióxido de carbono se encuentra en niveles bajos, luego al aumentar los porcentajes de metano y dióxido de carbono, tanto el oxígeno como el nitrógeno tienden a valores cercanos a cero. Finalmente, cuando los procesos de degradación de la materia orgánica provocan el descenso de la generación de metano y dióxido de carbono, nuevamente aumenta la presencia de nitrógeno y oxígeno.

Después de cerrar un vertedero, hay que controlar los gases durante todo el tiempo que dure su generación. La responsabilidad del control de gases en la etapa posterior al cierre no suele estar definida en la normativa vigente. Sin embargo, se debe asignar esta responsabilidad a quien explote el gas generado o al responsable del relleno sanitario, que cuenta con la autorización sanitaria, en caso que la concesión de explotación llegue a su fin, o no se comercialice el biogás extraído. Los contratos deben considerar, en el caso de la explotación privada, la responsabilidad de los costos de manejo de gas en la postclausura. Corresponderá al Servicio de Salud la labor de fiscalizar que se efectúe un manejo adecuado del biogás en esta etapa.

Los sistemas típicos para controlar el gas de vertedero incluyen: pozos de extracción, tuberías de recogida y transmisión e instalaciones de antorchas y/o incineración. Generalmente, el sistema utilizado para controlar el gas de vertedero durante su etapa de explotación, se usa para controlar los gases después del cierre. Los pasos de diseño más importantes son: la selección de materiales, la ubicación y tipo de chimeneas de drenaje, la selección y colocación de válvulas y de tuberías de recogida en la cobertura final.

Los materiales utilizados en la fabricación de las tuberías deben ser flexibles, para soportar los movimientos cuando el terreno se asienta, y suficientemente fuertes como para soportar la carga de las instalaciones de extracción y recogida del gas y el peso de vehículos o maquinarias sobre la superficie.



En cuanto al número de chimeneas que debe mantener como criterio general un relleno sanitario con posterioridad a su cierre, definiendo por el radio de influencia de estas. Este radio depende de factores tales como la profundidad usada en la captación, la altura del relleno, y el tipo de cobertura, entre otros.

Un aspecto a considerar en la gestión del biogás, es la cantidad de metano producida después del cierre. Puede que los proyectistas consideren que no será suficiente para mantener la combustión. En tal caso, debe procurarse un suministro de combustible auxiliar para la incineración de los gases de vertedero, especialmente cuando el control de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles sea una preocupación importante.

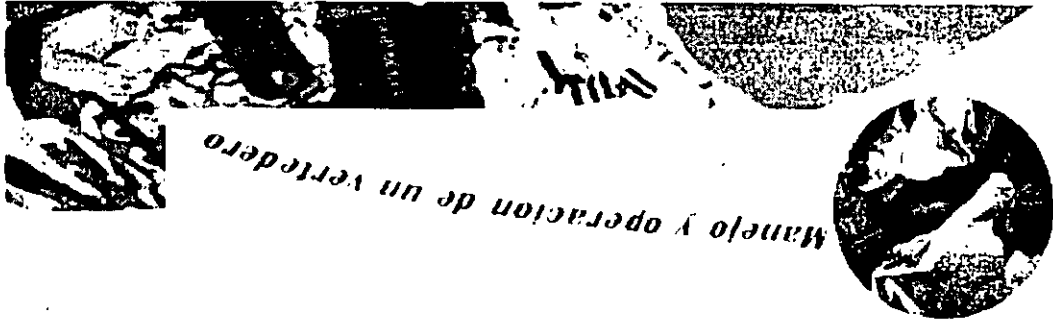
Existen diferentes conceptos y métodos para ventilar un relleno sanitario. Según Techobanegas et al. (1994) el movimiento de los gases en un relleno, se controla para disminuir las emisiones atmosféricas, minimizar las emisiones oloresas, reducir la migración subsuperficial de gases y para permitir la recuperación de energía a través del metano. Los sistemas de control se pueden calificar como pasivos y activos.

En los sistemas activos de control del gas, se utiliza energía en forma de vacío inducido para controlar el flujo del gas. Se puede lograr el control activo de gases, creando un vacío parcial, mediante bombeo que origina un gradiente de presión hacia la chimenea de extracción.

En los sistemas de control pasivo, se controla el movimiento del biogás en el re-lleno mediante el uso de chimeneas y zanjas, proporcionando caminos de más alta permeabilidad que guen el flujo de gas en la dirección deseada, mientras se está produciendo el metano y el dióxido de carbono a altas tasas. El gas extraído se quemará para producir energía.

En cualquier caso el principio fundamental de este sistema es mantener asegurada una ventilación con un material adecuado que sea resistente a la temperatura de los gases e incluso a la probable combustión que se pueda producir. La altura final de la chimenea, cuando se ha considerado un proyecto de instalación o cuando se estima que habrá tránsito de personas o vehículos, debe estar por lo menos a 2,5 metros sobre la cota final de proyecto, para asegurar su integridad, y minimizar los riesgos por las emisiones de biogás producidas mientras esta permanezca durante o en combustión. Esta altura adicional se logrará mediante tuberías de acero u otra alternativa de material intercambiable que sea propuesta por los proyectistas. El remate entre esta solución y la cobertura final deberá ser estanco.

Como alternativa, un segundo sistema a considerar, consiste en la interconexión de las chimeneas, de manera que se pueda emplear un sistema de extracción de gases de tipo activo. Esta solución puede proveer ventajas desde el punto de vista estético ya que permitirá la instalación de una menor cantidad de chimeneas con anterioridad para quemar los gases extraídos mediante un sistema de bombeo. El inconveniente de este sis-



Mantenimiento y operación de un vertedero

En cuanto al número de chimeneas que debe mantener como criterio general un relleno sanitario con posterioridad a su cierre, definido por el radio de influencia de estas. Este radio depende de factores tales como la profundidad usada en la captación, la altura del relleno, y el tipo de cobertura, entre otros.

Un aspecto a considerar en la gestión del biogás, es la cantidad de metano producida después del cierre. Puede que los proyecciones consideren que no será suficiente para mantener la combustión. En tal caso, debe procurarse un suministro de combustible auxiliar para la incineración de los gases de vertedero, especialmente cuando el control de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles sea una preocupación importante.

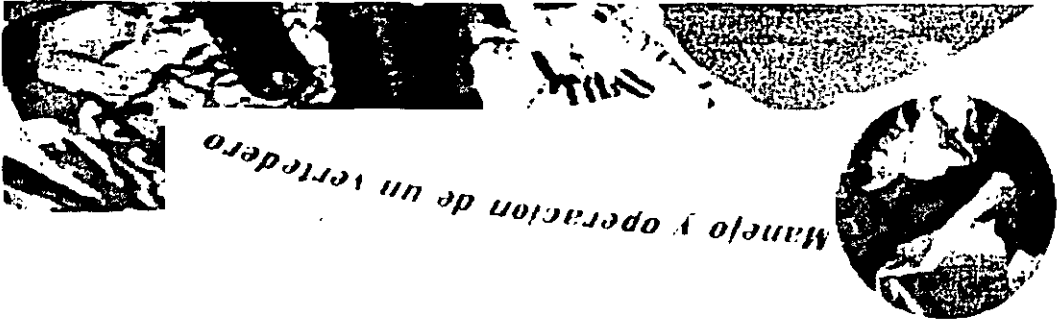
Existen diferentes conceptos y métodos para ventilar un relleno sanitario. Según Tchobanoglous et al. (1994) el movimiento de los gases en un relleno, se controla para disminuir las emisiones atmosféricas, minimizar las emisiones oloresas, reducir la migración subsuperficial de gases y para permitir la recuperación de energía a través del metano. Los sistemas de control se pueden calificar como pasivos y activos.

En los sistemas activos de control del gas, se utiliza energía en forma de vacío inducido para controlar el flujo del gas. Se puede lograr el control activo de gases, creando un vacío parcial, mediante bombas que originan un gradiente de presión hacia la chimenea de extracción.

En los sistemas de control pasivo, se controla el movimiento del biogás en el relleno mediante el uso de chimeneas y zanjas, proporcionando caminos de más alta permeabilidad que guíen el flujo de gas en la dirección deseada, mientras se evita producción de metano y el dióxido de carbono a altas tasas. El gas extraído se quemará para controlar las emisiones de metano o los compuestos orgánicos volátiles o se utilizará para producir energía.

En cualquier caso el principio fundamental de este sistema es mantener asegurada una ventilación con un material adecuado que sea resistente a la temperatura de los gases e incluya a la probable combustión que se pueda producir. La altura final de la chimenea, cuando se ha considerado un proyecto de recuperación o cuando se estima que habrá un número de pasivos o vehículos, debe estar por lo menos a 2.5 metros sobre la cota final de proyección, para asegurarse una seguridad y un aumento de las alturas de las chimeneas de manera que se pueda controlar la contaminación de manera que sea factible que se proponga por los proyeccionistas. El remate entre esta solución y la cobertura final deberá ser estanco.

Como alternativa, un segundo sistema a considerar, consiste en la interconexión de las chimeneas de manera que se pueda emplear un sistema de extracción de gases de tipo activo. Esta solución puede prevenir ventosas desde el punto de vista estanco ya que permite la extracción de una menor cantidad de chimeneas con menor altura que los gases extraídos mediante un sistema de bombeo. El inconveniente de este sistema



Manejo y operación de un vertedero

tema radica en los daños que pueden ocasionar a las tuberías de interconexión lateral y al sistema de ventilación en general, los asentamientos diferenciales que se registren en el relleno

La aplicación de este sistema deja al proyectista la posibilidad de diseñar una red interconectando chimeneas de forma que esta no cubra más allá de 150 metros. Las chimeneas que se incluyan en cada rama de interconexión pueden quedar ocultas bajo la cota del suelo. En todo caso, las chimeneas ocultas deben considerarse registros para observación. Los materiales a emplear en el sistema de interconexión deben presentar una respuesta adecuada ante la corrosión, temperatura e ignición.

En cuanto a los olores que pueden emanar desde las chimeneas, se debe señalar que los principales componentes de un vertedero que genera biogás, son el metano CH₄ y dióxido de carbono CO₂, gases que no provocan problemas de olor (Young and Parker, 1983, y Shupui 1985). Las distintas trazas de gases que provocan problemas de olor son menores al uno por ciento (Dunn 1957 y Young and Parker 1984). Los principales factores que contribuyen a la existencia de los olores en vertederos son la interacción de sus componentes, las condiciones meteorológicas y la humedad (Young and Parker 1984) las altas temperaturas y la inversión térmica.

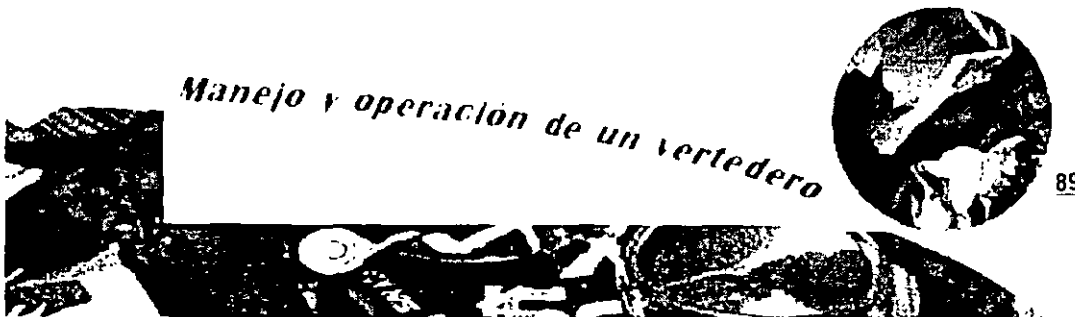
Un vertedero que es bien explotado y posteriormente bien sellado para reinsertión, debe provocar mínimos olores, pero en vertederos perfectamente diseñados se han detectado olores a más de 8 km (James et al, 1985). Esto porque es difícil eliminarlos totalmente a menos que el biogás generado se quemara. La eficiencia máxima se logra comburiendo el metano presente junto a las trazas de óxidos, sulfuros y nitrógeno.

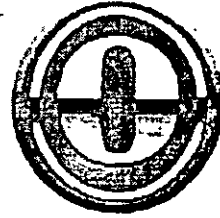
Sin embargo una buena cobertura para la recuperación o restauración del vertedero resuelve el problema en una gran parte, al ser absorbidos por este (Rovers et al, 1978).

Para efectuar una desodorización del olor provocado por el biogás del vertedero, se puede recurrir a métodos de oxidación térmica (Frechen 1989), filtros de carbono activado (Affoyon et al 1979) y biofiltración (Tabasaran, 1982 y Frechen 1989).

4.4.4. Control de líquidos lixiviados.

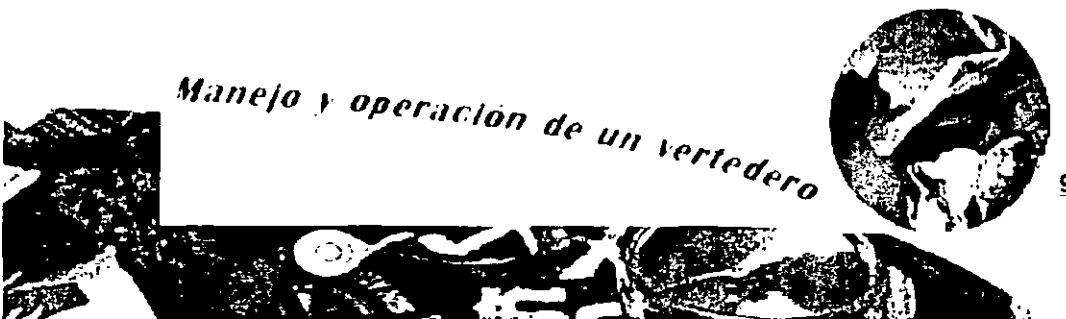
En cuanto al manejo de los lixiviados se debe recordar que estos líquidos son formados por la interacción de un líquido, principalmente agua, sobre un residuo sólido o efluentes líquidos que se generan por la propia dinámica de descomposición del residuo. El agua toma contacto con el residuo y forma lixiviados por los caminos siguientes:





Objetivos

- Identificar las condiciones técnicas de operación de un vertedero y formular los criterios para su correcto funcionamiento.
- Determinar las condiciones de un nuevo vertedero a partir de su localización, reconociendo parámetros para su correcto diseño, de acuerdo a condiciones sanitarias mínimas aceptables.



Manejo y operación de un vertedero

Capítulo 4

Cierre y sellado de vertederos

- Agua infiltrada a través del material de recubrimiento
- Agua que se incorpora al relleno por elevación de los niveles freáticos subyacentes.
- Agua que circulando horizontalmente penetra por los lados del vertedero
- Agua existente en la zona de vertidos o caída durante las operaciones del vertido
- Agua incorporada por infiltraciones de redes de alcantarillado que incorporan el líquido al vertedero

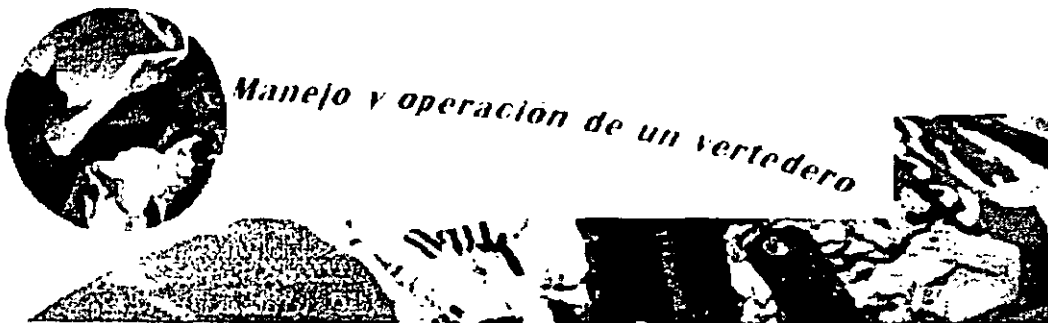
Siempre y cuando la pluviometría de la zona sea baja, la técnica de confinar el líquido es el sistema de más bajo costo de todos los utilizados. El sistema está relacionado directamente con la permeabilidad de las zonas de circulación de lixiviados. Se basa en fenómenos de filtración y absorción de contaminantes por materiales de grano fino, disoluciones, cambios iónicos, biodegradación en el contacto lixiviado-agua subterránea, que producen una auténtica concentración con una potencial autodepuración del lixiviado.

En zonas impermeables, se produce una aceptable reducción de los sólidos disueltos del lixiviado en cortas distancias y una gran reducción cuando el tiempo de residencia del lixiviado es grande.

Para áreas permeables, el fenómeno de confinamiento es idéntico, existiendo siempre el riesgo de saturación, por lo que es necesario reducir la infiltración o recoger parte del lixiviado producido.

Cualquier infiltración del lixiviado, implica riesgo por la alta tasa orgánica y la compleja composición de este líquido, lo que compromete por un largo tiempo cualquier agua superficial o subterránea que se encuentre a su alcance. Además de provocar la contaminación de las aguas subterráneas, el lixiviado también puede transportar sustancias orgánicas disueltas que pueden llegar al suelo subsuperficial no saturado. Para minimizar el movimiento de los lixiviados hacia las aguas subterráneas y la emisión de los constituyentes disueltos, el recubrimiento de sellado se debe construir bajo un estricto programa de seguimiento de la calidad. La cantidad del lixiviado que se va a controlar y tratar después del cierre del vertedero, está en función del diseño de la cobertura final, de los tipos de residuos colocados en el vertedero y del clima de la región, especialmente las precipitaciones. Con una capa de sellado adecuada, disminuirá la cantidad del lixiviado.

Las instalaciones de recogida y tratamiento de lixiviados se diseñan y se construyen cuando el vertedero empieza a explotarse. Después del cierre, se utilizan las mismas instalaciones. En un vertedero cerrado, durante la fase de descomposición denominada maduración, normalmente disminuye la cantidad del lixiviado generado, así como, la concentración de DBO₅ y DQO.



En la Tabla, a continuación se muestran datos típicos de lixiviado proveniente de vertederos nuevos y maduros

Constituyente Rango ^c Típico ^d	Valor, mg/lb	
	Vertedero nuevo (menos de 2 años)	Vertedero maduro (mayor de 10 años)
DOB (demanda de oxígeno químico de 5 días)	2 000-	10 000- 100-200
COT (carbono orgánico total)	30 000-	6 000- 80-160
DOC (demanda de oxígeno químico)	1 500-	18 000- 100-500
total de sólidos en suspensión	20 000-	500- 100-400
Nitrogeno orgánico	3 000-	200- 60-120
Nitrogeno amoniacal	60 000-	200- 20-40
Nitrato	200-	25- 5-10
Total fósforo	2 000-	30- 5-10
Ortostato	10-800-	20- 4-9
Arcehidato como CaCO ₃	10-800-	3 000- 200-
	5-40-	1 000-
	5-100-	4-80-
	1 000-	10 000-

Fuente: *Gestión Integral de Residuos Sólidos* George Tchobanoglous

La cantidad de lixiviado que genera un vertedero se puede determinar mediante un balance de aguas o utilizando modelos como HELP Evaluación Hidrológica del rendimiento del vertedero o relleno, proporcionado por EPA entre otros

Cuando no se utiliza la recirculación de los lixiviados para que este sea confinado en la masa del relleno, requiere de un tratamiento. Ahora, como las características pueden tener variaciones muy altas, se requiere de una adecuada base de datos con características del lixiviado, para un adecuado tratamiento. A modo de información se puede resumir las principales operaciones y procesos de tratamiento biológicos y físicos-químicos utilizados. Estos puede ser:

- Procesos de contacto anaerobio
- Lecho relleno con flujo ascendente
- Reactor de platos
- Lagunas aerobias
- Lechos activados o biofiltros
- Procesos Químicos (precipitaciones u oxidación)
- Osmosis Inversa
- Intercambio Iónicos

Manejo y operación de un vertedero



Capítulo 4 Cierre y sellado de vertederos.

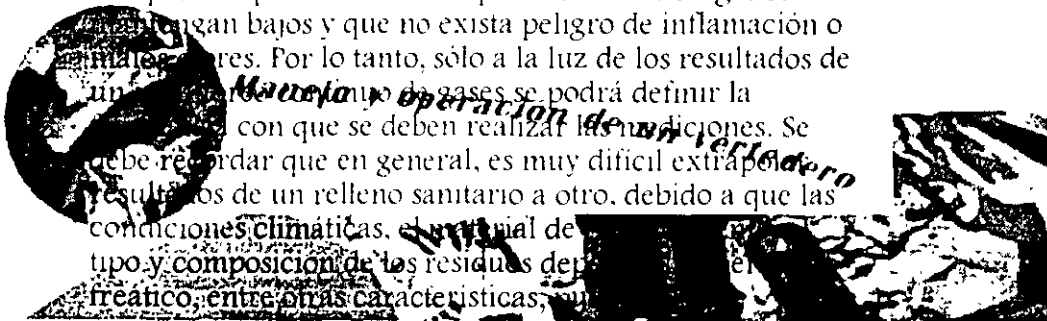
4.5. Controles posteriores al cierre de un vertedero.

Proponemos algunas recomendaciones que deberían tener carácter obligatorio para los entes responsables de realizar el cierre y sellado del relleno sanitario, sean estos operadores privados o municipales. Para garantizar su cumplimiento deberían estar establecidas dentro de un marco legal y reglamentario, aprobados por la autoridad competente y encargarse la fiscalización a entidades capacitadas para ello como son los Servicios de Salud. Las recomendaciones más significativas están las relacionadas con:

- Orientaciones relativas al control del biogás generado en el relleno.
- Sugerencias para implementar sistemas de monitoreo de gases y lixiviados.
- Lineamientos generales relacionados con el manejo del agua en la superficie del relleno.
- Metodología para registrar el comportamiento deformacional del relleno.

Normalmente en la etapa de sellado se habilitan los sistemas para el control de las emanaciones del biogás y lixiviados que se generan en la masa de residuos, así como, problemas causados por asentamientos del relleno y eventuales emergencias. Estos sistemas tienen el propósito de evitar riesgos sanitarios y ambientales que se podrían producir en el relleno sanitario.

- La función de drenaje correcto del biogás que se genera en el interior del relleno, a través de las chimeneas, deberá ser verificada mediante inspecciones visuales y medidas periódicas. El propósito de estas inspecciones es comprobar que los niveles de producción de biogás se mantengan bajos y que no exista peligro de inflamación o explosiones. Por lo tanto, sólo a la luz de los resultados de un monitoreo de gases se podrá definir la metodología con que se deben realizar las inspecciones. Se debe recordar que en general, es muy difícil extrapolar los resultados de un relleno sanitario a otro, debido a que las condiciones climáticas, el material de tipo y composición de los residuos de un vertedero difiere entre otros características, muy significativamente. Cuando la generación de biogás es pequeña, éste prácticamente se diluirá en la atmósfera, en caso que esta cantidad sea alta, se deberá efectuar una quema controlada o en su defecto si el biogás se presentara



en caudales significativos, se deberá proceder a una desgasificación controlada. En todo caso, de observarse cualquier aumento en la producción de biogás, se deberá consignar en el libro de obras del relleno sellado, además de solicitar la asesoría de personal especializado. Un vertedero en plena producción alcanza volúmenes superiores a 180 me-tros cúbicos de biogás por tonelada de residuos con un porcentaje cercano al 50 por ciento de metano a medida que el vertedero envejece y su contenido orgáni

co degradada en condiciones anaerobias tiende a disminuir este volumen de gases encontradosse citras cercanas a 5 metros cúbicos de biogás por tonelada de residuos reamente en proceso de degradación biológica con porcentajes de metano que no superan el 10 por ciento, en vertederos con mas de los 20 años. Estos datos referenciales, dadas las condiciones particulares de anaerobiosis de cada vertedero permiten recomendar mantener chimeneas de ventilacion pasiva con tomas de muestras trimestrales a mensuales en vertederos sellados con menos de 5 años de edad, mensuales a trimestrales en vertederos entre 5 y 10 años de edad y semestrales a anuales a vertederos entre 10 y 30 años. Para ello, se debe tener presente la variacion que pueden presentar los vertederos en calidad y cantidad de biogás generada dada la diferencia de densidad, humedad, temperatura, altura de la masa, calidad del residuo, entre otros aspectos que influyen.

- La infraestructura necesaria para realizar un monitoreo es un laboratorio que cuente con cromatógrafo y un equipo de detección de gases en terreno. También es necesario contar con un libro de obras, en el cual debe consignar las variaciones experimentadas en la generación del biogás, así como registrar otras incidencias observadas en el relleno sellado, que no necesariamente tienen relación con la producción de gas. El responsable de operar el relleno sanitario tendrá la obligación de mantener un libro de obras que este a disposición del ente fiscalizador.

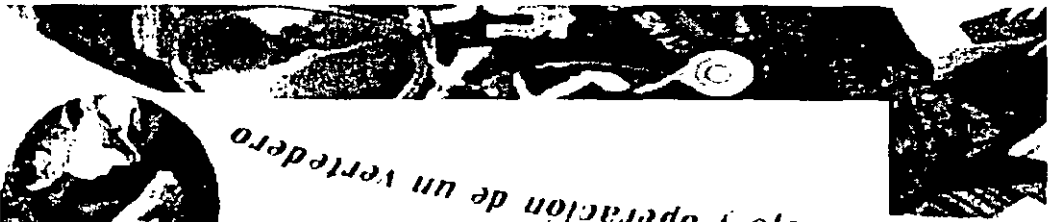
En todo caso, con respecto al cuidado de las chimeneas se puede recomendar que

- En caso de observarse algún deterioro en el ducto de ventilación o en el arca cercana al mismo, se deberá informar inmediatamente al personal encargado del mantenimiento, con el objeto de reparar a su vez la reparación. Se deberá considerar la mantención por lo menos una vez al año de las chimeneas existentes, puesto que pueden deteriorarse por oxidación, por asentamientos o por erosión del relleno.
- Se debe considerar la colocación de puntos para la toma de muestras en las chimeneas de drenaje de gases, los cuales se deben mantener en buenas condiciones para facilitar las mediciones. Asimismo se debe asegurar que el agua en el interior no escorra hacia el interior de las chimeneas, pues de ocurrir esto, se generará un aumento en la producción de lixiviados y biogás, con un aumento en el riesgo potencial de contaminación. En caso de encontrarse alguna anomalía, esta deberá registrarse en el libro de obra mencionado anteriormente.
- Es de suma importancia velar por el buen funcionamiento de los sistemas de seguridad. Esto implica que las chimeneas deberán ser mantenidas en óptimas condiciones. Por tal razón no debe impedirse que personal autorizado las manipule. Se debe utilizar personal especializado, de forma obligatoria, para el manejo de los sistemas de seguridad.



93

Manejo y operación de un vertedero

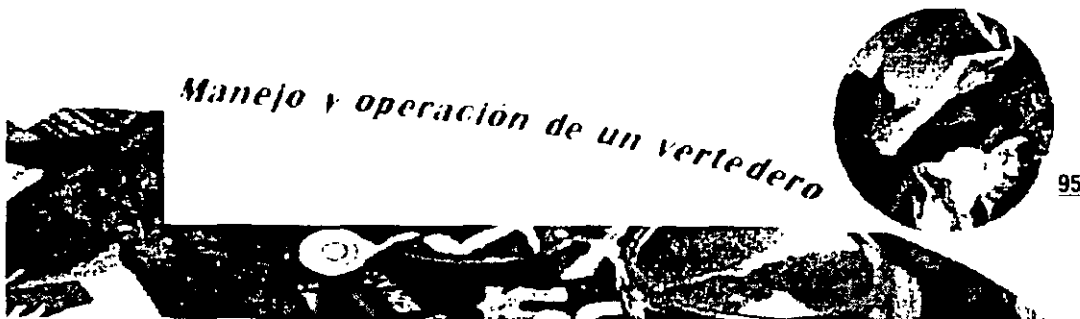


- Se deberán realizar, mediciones periódicas de asentamiento del terreno, con especial énfasis en la mantención del relieve del área, esto permitirá además de controlar el comportamiento del relleno, introducir las medidas correctoras vez que sea necesario, para que las aguas lluvias escurran siempre hacia fuera del re-lleno y alejadas de las chimeneas. Además, se deberá registrar e informar de inmediato a los expertos sobre asentamientos bruscos, ya que pueden estar relacionados con la reactivación de procesos de descomposición en la masa del re-lleno, con la consiguiente generación de biogás. El conocimiento del comportamiento de deformacional del área, permitirá introducir medidas correctoras en el relleno sellado. La periodicidad de las mediciones estará determinada por la magnitud de los asentamientos registrados.

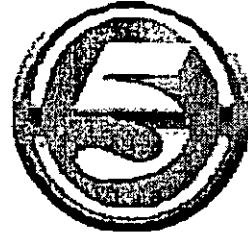
Dadas las características del relleno, dependiendo principalmente de la composición de residuos, altura y edad del vertedero, es recomendable efectuar controles mensuales hasta el segundo año de clausura, trimestrales hasta los 5 años, semestrales hasta los 10 años de edad y anuales hasta su estabilización total.

En esta etapa se debe contar con planes de emergencia para afrontar posibles problemas como incendios, migración de gases o lixiviados hacia el exterior del relleno sanitario, inundaciones, erosión de la capa de sellado superficial, y agrietamiento, entre otros. Estos planes de emergencia deben estar diseñados para cada caso en particular y además deben considerar una respuesta rápida.

Las acciones destinadas a introducir medidas correctoras y planes de emergencia deberán ser de cumplimiento obligatorio por parte del responsable del cierre y sellado del relleno sanitario, cuando lo establezca el ente fiscalizador apoyado en normas específicas. Por tanto, se deberá contar con una reglamentación específica para el cierre y sellado del relleno sanitario.



Capítulo



Manejo y operación de un ve



5. Reinserción de vertederos.

Cuando concluyen los procesos biológicos naturales que producen las basuras, el vertedero se estabiliza y el espacio que ocupa puede utilizarse para otros fines comunitarios.

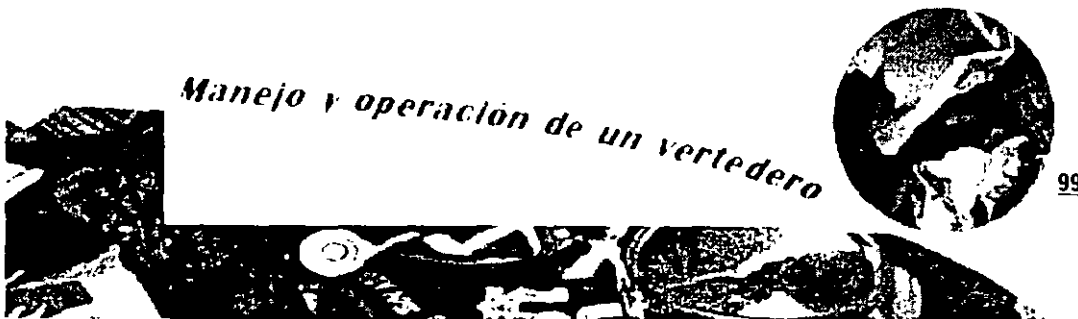
Toda alternativa de reinserción de un área impactada por el vertido de residuos sólidos debe satisfacer el objetivo de proteger la salud humana y del medio ambiente. Para orientar el estudio hacia esta meta se precisa establecer los objetivos específicos. En Chile se registran experiencias sobre recuperación y reinserción de antiguos rellenos sanitarios, realizadas dentro de programas previamente determinados como el Programa de Forestación Urbana del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, por lo que su destino final a parque está previamente decidido.

Según La Grega, et al. (1996) la dificultad a la hora de seleccionar la metodología y el sistema de recuperación se explica por cuatro razones:

- Las condiciones del emplazamiento pueden ser muy complicadas.
- La recuperación no se produce inmediatamente, sino que tiene lugar durante un largo período de tiempo, cubriendo un número de etapas independientes.
- Puede existir un gran número de alternativas de recuperación, cada una con sus propios partidarios técnicos.
- No existen todavía experiencias suficientes que indiquen el mejor proceder.

Los terrenos recuperados con las operaciones de vertido de residuos sólidos, pueden ofrecer valiosas ventajas a la ciudad, ya que se pueden dedicar a usos recreacionales como, parques, campos de deportes, usos comerciales como estacionamientos de vehículos, el emplazamiento de edificaciones industriales y comerciales, o usos agrícolas. Sin embargo, la utilización posterior que se da al relleno sanitario debe estar condicionada por su entorno y hasta cierto punto, por el grado de asentamiento y la estabilidad a que ha llegado el proceso de degradación de los desechos. Por ejemplo, un vertedero emplazado a varios kilómetros de distancia de un distrito residencial, no es adecuado para campo de juego o estacionamiento de automóviles, y otro que se espera que sufra un asentamiento rápido y desigual no es adecuado ni siquiera para cimentar pequeñas edificaciones. En todo caso, aunque no es la regla general, si antes de empezar los vertidos se decide cuál será la utilización posterior del emplazamiento, se puede planificar el método de operación y el grado de compactación de los residuos sólidos, de acuerdo con las necesidades de la alternativa de reinserción elegida.

A continuación se presentan algunos criterios adoptados en trabajos de recuperación, para ilustrar lo esencial de un desarrollo metodológico de este tipo de proyectos y su proyección.



Capítulo 5 *Reinserción de vertederos.*

5.1. Usos recreacionales.

Entre las aplicaciones más populares que se da a los emplazamientos de ver-terederos, después que se ha cumplido su vida útil, están los parques recreativos y los campos de deportes.

Se han reportado numerosos trabajos donde los rellenos sanitarios se han utilizado como áreas de recreación y servicios sin embargo no hay una información acabada sobre el tipo de vegetación que puede adaptarse sin problemas a las condiciones adversas de un relleno sanitario.

Ya en 1972 (Duane, 1972) indica el éxito en la habilitación de canchas de golf y jardines sobre rellenos sanitarios. usando además especies arbóreas para completar el paisaje. Dentro de las especies herbáceas se recomiendan especies leguminosas y gramíneas como trébol blanco y rosado, Festuca, Agrostide, Lupino, Colcua, sp. y otros.

En general, las especies con mejor desarrollo son:

- Eucalyptus globulus, Eucalipto.
- Acacia saligna, Aromo.
- Acacia caven, Espino.
- Parquinsonia aculeata, Parquinsonia.
- Robinia pseudoacacia, Acacio.
- Mesembryanthemum, sp., Rayo de sol.
- Gazania, sp.
- Rosa, sp., Rosa.
- Acer negundo.
- Fraxinus exelsior.
- Schinus molle, pimiento.
- Liquidambar estratífua.

Las especies que se pueden utilizar son:

● Lolium, sp., Trifolium, sp. y Cynodon.

100

5.2. Usos comerciales.

La alternativa de dar un destino comercial a los rellenos sanitarios, se puede considerar, sino un uso poco utilizado, sobre todo en países desarrollados, de antiguas zonas de vertido han quedado dentro del radio urbano. Existen variados casos, que han sido divulgados en la literatura especializada, sobre la cimentación de diversas estructuras en antiguos vertederos o rellenos sanitarios.



Manejo y operación de un vertedero



Al igual que en otras alternativas para el uso posterior de un antiguo vertedero o relleno sanitario, el manejo de gases y líquidos lixiviados, junto con los aspectos geotécnicos, son los principales problemas a resolver. El manejo de gases y líquidos lixiviados, se realiza de acuerdo a los sistemas convencionales utilizados habitualmente, en cambio los aspectos geotécnicos como la capacidad de soporte y los asentamientos requieren de una especial atención, para concretar con éxito esta alternativa de reinsersion de rellenos sanitarios.

Dependiendo del tipo de estructura que se quiera emplazar sobre el relleno, las soluciones que se han empleado en el mundo para resolver los problemas derivados de los asentamientos y la capacidad de soporte del relleno han sido variadas, entre ellas podemos mencionar:

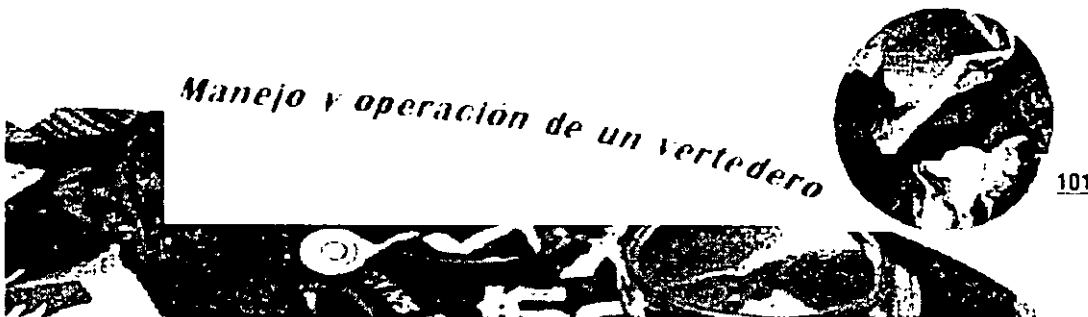
- La remoción de parte o la totalidad de los residuos del antiguo vertedero y su reemplazo por material de mejor calidad, que se dispone en condiciones controladas y sobre el cual se cimenta la estructura.
- El mejoramiento del relleno de residuos sólidos, recurriendo a prácticas geo-técnicas como la compactación del relleno, la consolidación dinámica, la pre-carga o rellenos de sobrecarga.
- La cimentación profunda mediante pilotes.
- La disposición de una capa de sellado superficial, de suelo de buena calidad, debidamente compactado y sobre la cual se emplaza la estructura.

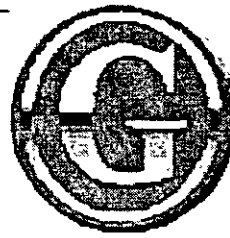
Entre las estructuras de uso comercial que se han emplazado sobre antiguos vertederos podemos mencionar, las de tipo vial como estacionamientos y vías de comunicación, y las de tipo edificacional como galpones y edificios de todo tipo. En estos casos, el grado de asentamiento que se puede alcanzar, es un parámetro que reviste gran importancia en comparación con las otras alternativas.

5.3. Usos agrícolas.

Dentro de las alternativas de utilización de los rellenos sanitarios, una vez finalizados, se encuentra la vegetación tanto arborea como arbustiva en aquellos sectores no urbanos.

Con las operaciones de cierre y sellado del vertedero y reinsersion, además de un monitoreo temporal de los parámetros más significativos, las operaciones en el vertedero se consideran terminadas.





Glosario

- **Asentamiento:**

Descenso de nivel que se produce en la masa de desechos una vez colocada en el vertedero

- **Características hidrogeológicas:**

Características pertenecientes a la lluvia y la geología local del terreno, permite estudiar el comportamiento del suelo ante la presencia del agua

- **Celda**

Unidad de área donde se ubican los residuos generalmente con periodicidad diaria

- **Compactación de los residuos**

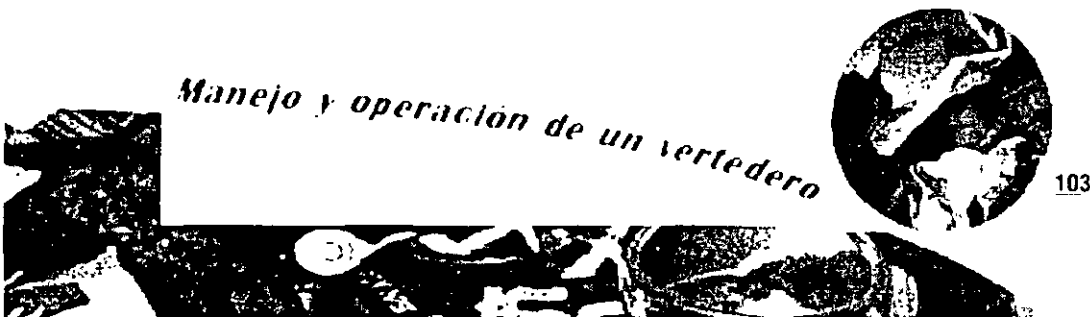
Consiste en comprimir los residuos por medio de maquinaria especial, aunque también se produce una autocompactación de los residuos por el propio peso que ejercen entre ellos

- **Cubierta vegetal**

Conjunto de plantas herbáceas que de forma espontánea o por siembra crecen en una determinada superficie del terreno

- **Cuneta**

Zanja o canalillo que sirve para la evacuación de las aguas



Manejo y operación de un vertedero

103

Glosario

- *Drenaje:*

Sistema de desplazamiento de aguas que se oponen al estancamiento intentando con ello su deslizamiento de la forma menos violenta posible para evitar la erosión del terreno y conseguir la evacuación hacia el lugar deseado.

- *Estación de Transferencia:*

Instalación situada en un lugar intermedio entre la recolección de los residuos y la disposición final en vertedero, para conseguir aliviar un poco las cargas y disminuir el costo del transporte.

- *Impermeable:*

Material que posee la característica de no ser atravesado por un líquido.

- *Lixiviado (Percolado):*

Líquido de alto contenido contaminante procedente de la descomposición de los residuos.

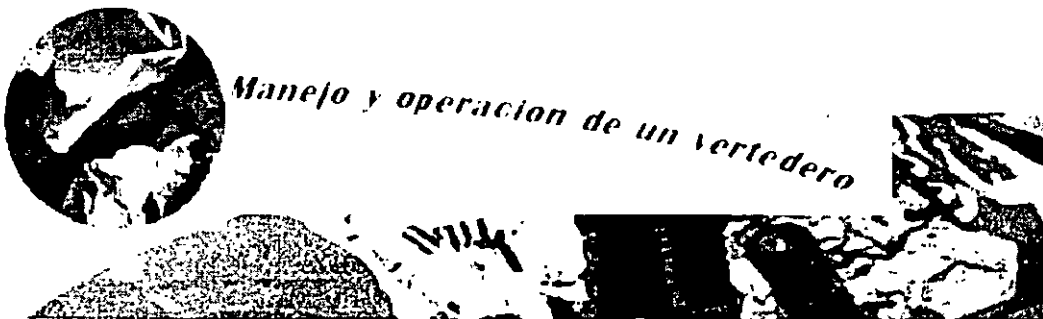
- *Levantamiento Topográfico:*

Actividad por la cual se obtienen los datos del terreno donde se va a colocar el vertedero con la finalidad de conocer sus cotas para el posterior diseño.

- *Material de cobertura:*

Materia utilizada para cubrir la basura depositada en el vertedero con la finalidad de evitar malos olores, aparición de vectores sanitarios (moscas, ratas, etc.) o dispersión de papeles y otros objetos.

104



Glosario

- ***Metano***

Gas que se forma en la descomposición de la materia orgánica y que es altamente contaminante, posee un olor débil y con la luz solar reacciona violentamente

- ***Permeabilidad***

Propiedad que poseen los suelos por la cual pueden tener mayor o menor capacidad de retención de líquidos

- ***Reinserción del vertedero***

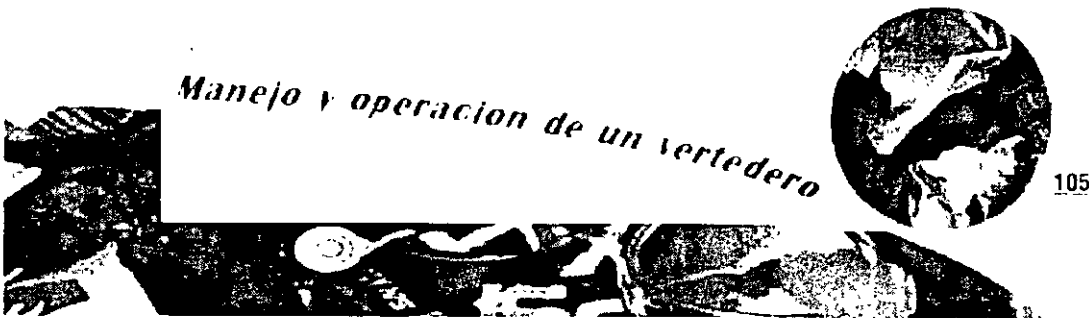
Operación consistente en la incorporación del espacio de un vertedero en otro uso alternativo generalmente con actividades terciarias (jardines, campos de deporte, etc.) una vez finalizado su actividad como tal

- ***Sellado del vertedero***

Operación de cierre del vertedero

- ***Vertedero***

Emplazamiento previsto tras estudios y destinado para evacuar los residuos producidos por uno o varios municipios





Bibliografía

En Red de Educación a Distancia:

- Jamarillo, J., Zepeda, F. O.P.S. Wahington, D.C., Rellenos Sanitarios. 1991.
- Universidad de Chile. Departamento de Obras Civiles. Sección de Ingeniería Sanitaria. Curso sobre Técnicas de Rellenos Sanitario. Publicación , Santiago de Chile 1972.
- Programa de Gestión Urbana-FGU. Desechos Sólidos; Sector Privado/Rellenos Sanitarios. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Quito. Ecuador.

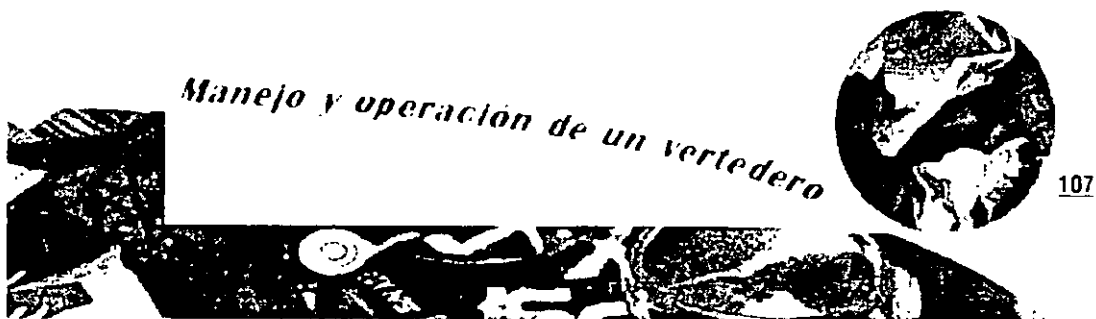
En Bibliotecas:

- AICE Consultores. "Evacuación y Disposición Final de la Basura en el Area Metropolitana de Santiago". Ministerio de la Vivienda y Urbanismo. Chile 1972.
- Alvaro, A. y Palacios, M.V. "Proyecto de Sellado y Recuperación Ambiental de los Vertederos Clandestinos de la Agrupación de Municipios A2: Alioz de Lloredo, Comillas y Ruiloba (Cantabria)". Agencia Regional del Medio Ambiente. Presidencia del Gobierno de la Comunidad Autónoma de Cantabria. 1987.
- "Proyecto de Sellado y Recuperación Ambiental de los Veraderos Clandestinos de la Agrupacion de Municipios A3: Herrerías, Polaciones, Rionansa, San Vicente de la Barquera, Tudanca, Valdaliga y Val de San Vicente (Cantabria)". Agencia Regional del Medio Ambiente, Presidencia del Gobierno de la Comunidad Autonoma de Cantabria. 1987.

● B... y Montero, E. "Proyecto y Construcción de un Relleno Sanitario". Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad Católica de Chile. 1992.

Bibliografía

- Casanovas, J. "Mejora de un Relleno de Vertidos de Residuos Urbanos". Revista Obras Publicas, Diciembre 1989, pp. 909-916
- Casanueva, R. "Informe sobre Factibilidad Técnico - Económica de la Disposición Final de las Basuras Producidas por las 5 Comunas del Sur de Santiago (La Cisterna, San Miguel, Puente Alto, San Bernardo y La Granja), en el periodo 1970-2000". CORFO Chile. Enero 1971
- Cepedat, I. "Situación del Manejo de Residuos Sólidos en América Latina y el Caribe". Curso Internacional de Rellenos Sanitarios y de Seguridad, OPS/OMS. Lima, Perú, 6-10 de febrero 1995
- CONAMA-RM. "Propuesta Política para el Manejo de Residuos Sólidos Domiciliarios, Caso Región Metropolitana". Chile, noviembre 1996.
- Del Pozo, M. "Selección del Emplazamiento para Vertederos Controlados". Informes de la Construcción Vol. 42, N° 412, pp. 23-40. 1991
- Díaz, P. "Sellado de Vertederos Incontrolados en la Comunidad Autónoma de Cantabria". Revista Medio Ambiente - Retema, España, noviembre-diciembre 1991.
- Escuela de Construcción Civil. Universidad Católica de Valparaíso. Estudio del Manejo Integral de los Residuos Sólidos de la Provincia de Quilota. Chile
- M.O.P.U. Técnicas y Servicios Urbanos S.A. Servicio de Publicaciones. Gestión de Residuos Sólidos. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid 1982
- Tchobanoglous, G., Thiesen, H., Vigil, S. Gestión Integral de Residuos Sólidos. McGraw-Hill. 1994





Actividades de Aprendizaje

1- Trabajo con Módulo y Guía

1. Considere un área de 2 há. (2.000 m²) en la que debe disponer 7 Tn./día de residuos por el método de zanjas con una profundidad máxima de 4 metros.

- Determine la vida útil del vertedero y los metros cúbicos de suelo que debió excavar. La densidad de los residuos en la zanja será de 350 Kg./m³.

- Especifique si el material de cobertura colocado en espesor de 30 cm. fue suficiente.

- Identifique los principales aspectos a contemplar en el proyecto, según el caso planteado.

2. Se desea localizar un nuevo vertedero sanitariamente controlado para su ciudad. Explique las etapas necesarias para desarrollar esta actividad de acuerdo a las condiciones de su región. Señale las fuentes a las que deberá recurrir (municipalidad, etc.) para obtener información.

3. Elabore tres argumentos a favor de la compactación de residuos en el mismo vertedero que usted piensa diseñar (Actividad N° 2) y trate de visualizar aspectos

temáticos que se pueden plantear desde distintas instancias, personas, etc.

Explique la importancia del material de cobertura. En base a ello, analice la tabla "característica de los materiales de cobertura", seleccione un material que se encuentre en su región y evalúelo como materia de cobertura para el proyecto que planeo en la Actividad



Manejo y operación de un vertedero



Actividades de Aprendizaje

5. En un vertedero con las siguientes características:

- presencia de líquidos percolados
- presencia de residuos en combustión
- existencia de olores
- presencia de aves
- existencia de celdas interconectadas
- utilización de arcilla como material de cobertura.

Indicar qué tipo de controles necesitaría dicho vertedero.

6. Señale comparativamente las características requeridas para utilizar un relleno sanitario manual o el vertedero convencional. Señale las etapas de construcción de los rellenos sanitarios y qué secuencia lógica de construcción se llevaría a cabo en el vertedero teniendo menos de 20 Tn./día de residuo.

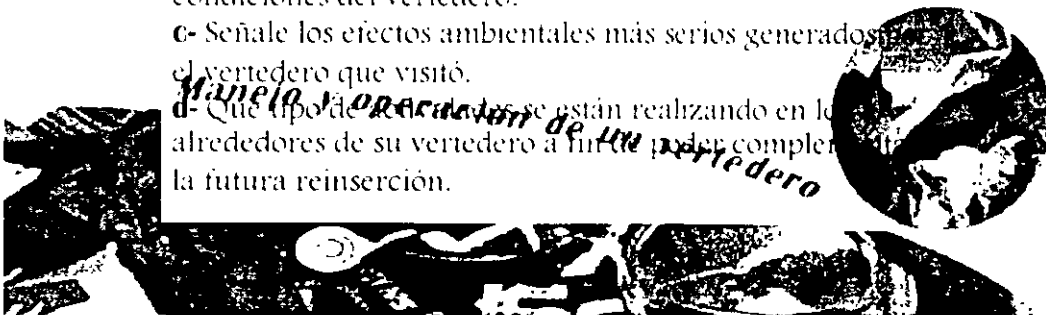
II- Pautas para recopilar información

a- Aplique la lista de verificación para la clasificación de un sitio de disposición final en su zona.

b- Teniendo en cuenta los parámetros de diseño del vertedero de su zona, aplique el cuestionario "chequeo" (Anexo 2 "Guía para la identificación de proyectos y formulación de estudios de prefactibilidad para manejo de residuos sólidos urbanos") y elabore un diagnóstico de las condiciones del vertedero.

c- Señale los efectos ambientales más serios generados en el vertedero que visitó.

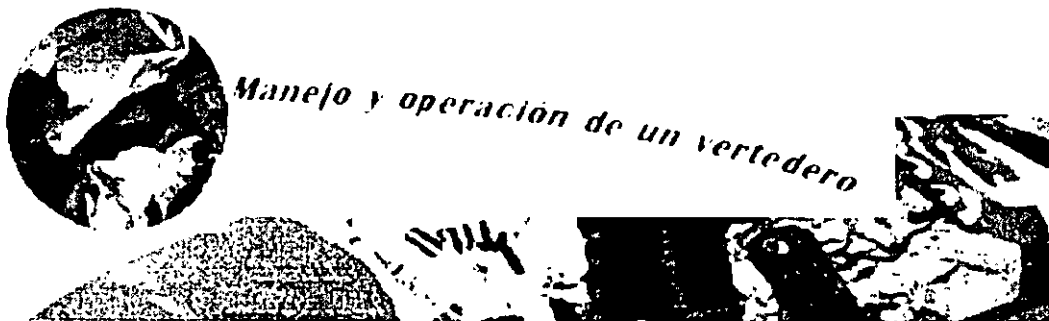
d- Qué tipo de actividades se están realizando en los alrededores de su vertedero a fin de poder complementar la futura reinscripción.

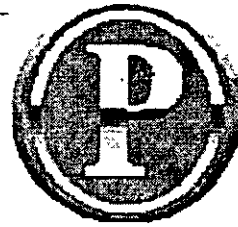


Actividades de Aprendizaje

III- Definición de propuestas alternativas

1. Que usos le podrá dar a su vertedero, según las características de la zona, una vez realizado el plan de cierre y sellado.
2. Señale las principales operaciones que debe desarrollar para implementar el plan de re inserción antes señalado
3. Analice la viabilidad de construir un nuevo vertedero en su zona, señalando en un gráfico los pasos para su construcción y operación.





Pistas de auto-evaluación

1- Recuerde que la densidad es peso sobre volumen, esto le permitirá saber cuántos m³ debe extraer del suelo para colocar los residuos.

- Para la realización del proyecto verifique que se contemplen todas las etapas presentadas en el Módulo.

2- Lo importante en esta actividad es que la información que se recoja sobre el tema permita adaptar cada una de las fases a su región; por ejemplo, el plano con los límites urbanos lo encontrará en su respectivo ayuntamiento, los índices de calidad de aguas subterráneas en el respectivo ministerio, etc.

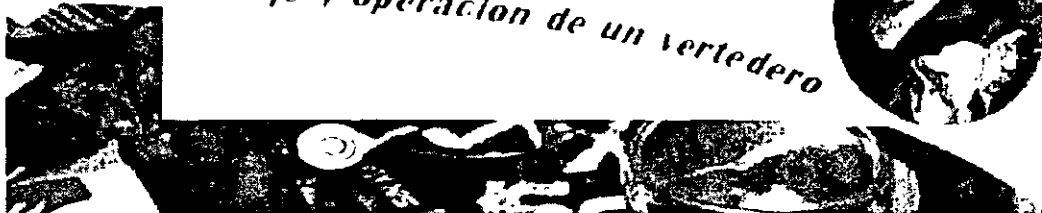
3- El análisis del proceso de compactación debe considerar el aprovechamiento de espacios para confinar el residuo sólido y la minimización de los espacios intersticiales que acumulan agua.

- También se deberán considerar las consecuencias del proceso de compactación en los asentamientos del terreno.

4- Verifique la tabla que incluye el Módulo.

- Se deberá verificar las funciones positivas para el suelo de su vertedero. Esto le permitirá realizar un análisis comparativo entre los diferentes materiales y funciones.

Manejo y operación de un vertedero



Pistas de auto- evaluación

5- Se deben realizar controles de agua, de fuego, de cobertura y compactación y se deberá definir qué tipo de construcción resulta más conveniente para ventilar este tipo de vertedero.

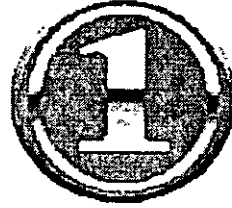
- El tipo de control que se disponga depende de los riesgos o problemas que pueden generarse, contribuyendo a la constitución de un vertedero incontrolado.

6- Lo principal para determinar el tipo de vertedero dependerá del volumen de residuos generados.

- Las etapas de construcción de un relleno sanitario asumirán particularidades de acuerdo al tamaño del vertedero.

- El método más adecuado para un vertedero es de zanja y manual.

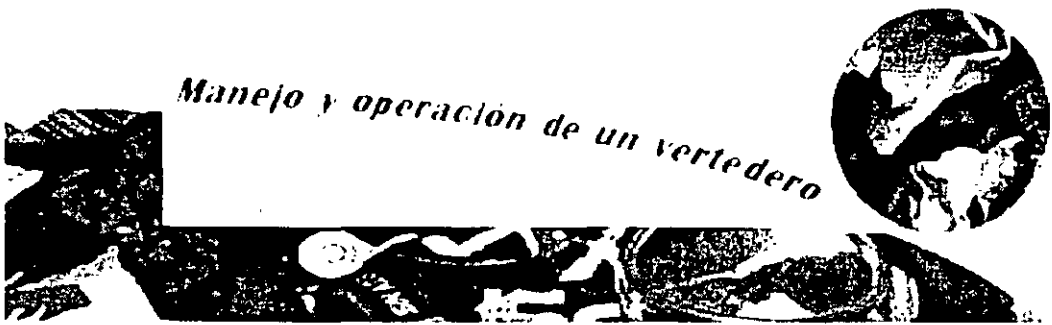
ANEXO N° 1

Anexo

Manejo y operación de un vertedero

REGISTRO SEMANAL DE MANO DE OBRA FORM. 1

NOMBRE DEL SUPERVISOR LUGAR, FECHA FIRMA	XXXXXX							INSTRUCCIONES El supervisor debe llenar este formulario diariamente Listar todos los empleados por separado incluyendo ayuda temporaria "hs" significa las hs trabajadas diariamente "Tarea" significa la descripción del trabajo "Al finalizar cada semana enviar una copia a la oficina de Personal, retener el original para uso futuro "CT" = conductor tractor (la actividad del tractor puede subirse desparar y compactar basura = DCB y operación de recubrimiento = CT) EP = encargar de pesaje ME = mantenimiento de equipos NIC = mantenimiento de edificios CC = conductor de camion de recolector
	TOTALS INDIVIDUALES							
Diá 7								X
Tarea Hs								
Diá 6								X
Tarea Hs								
Diá 5								X
Tarea Hs								
Diá 4								X
Tarea Hs								
Diá 3								X
Tarea Hs								
Diá 2								X
Tarea Hs								
Diá 1								X
Tarea Hs								
IDENTIFICACION DEL EMPLEADO								TOTALS



Anexo 1

Formularios de control de operaciones.

REGISTRO DE REPARACIONES Y MANTENIMIENTO						
TOTALES						Fecha
	Identificación	Vehículo	Periodo	Desde	hasta	Kilometraje
						Tipo de Servicio o Reparación
						horas parado
						Mano de obra / ms
						Descripción de requejos
						Costo de Mano de Obra
						Costo de Requejos
						Costos Extras
						Gastos Generales
						Costo Total

FORM 4



Manejo y operacion de un vertedero



INVENTARIO DE EQUIPOS E INSTALACIONES		FORM 5	
Amortiza-cion Mensual	Fecha	Amortizac Men	
<i>Para uso de Contaduría solamente</i>			
Amortiza-cion Anual		Amortizac Anual	
Valor recuperable		Otros comentarios	X
Vida útil estimada		Vida útil estimada	X
Fecha de compra		Costo Nuevo	
Fabricante		Fecha puesta en uso	X
Capacidad		Descripción	X
N° de identificación		Instalaciones	
		Terrénos	
		Edificios	
		Garajes	
		Caminos	
		Iluminación	
		Cercos	
		Estudios de Terr	
		Otros	
		TOTALES	

Manejo y operación de un vertedero



Anexo 1

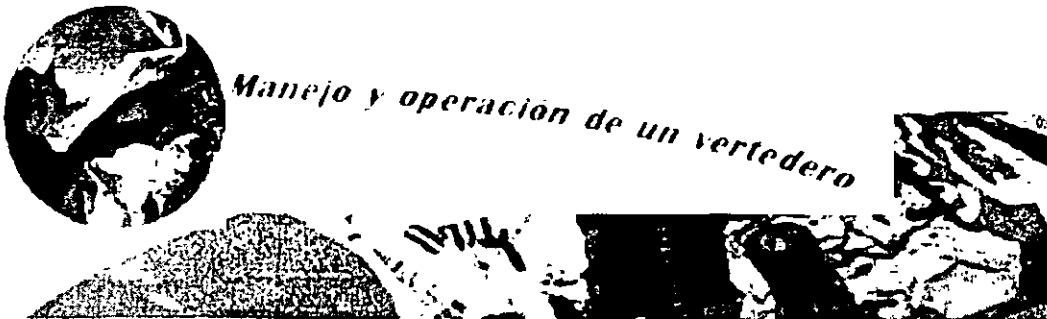
Formularios de control de operaciones

RESUMEN DE OPERACIONES

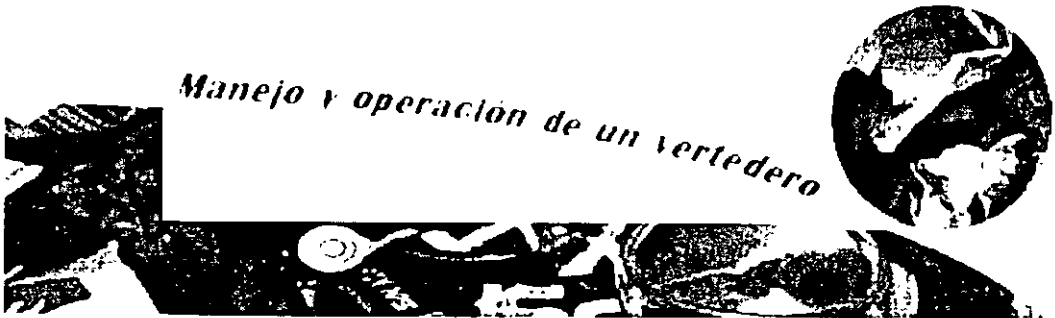
FORM 6

PERIODO desde al

	ITEM	Costo o cantidad durante el periodo	% de Variacion respecto al presupuesto	% de Variacion entre	
				ultimo periodo	uno anterior
TOTALES	Tonela.e Total				
	Costo Total				
	Costo Total por Tonelada				
	Costo Mano de obra por Tonelada				
	Costo Operativo Equipos por Tonelada				
	Costo Gastos Generales por Tonelada				
	Cantidad de Accidentes				
	Costo por Tonelada				
	Tonelada por horas directas trabajadas				
	Costo Operacion Equipos por tonelada				
kilometraje promedio por hora					
CENTRO DE COSTOS "RECOLECCION"	Tonelada por via e de al relleno				
	% Tiempo con Equipo improductivo				
	Costo por Tonelada				
	Material de cubrir por ton basura				
CENTRO DE COSTOS "DISPOSICION"	Tonelada aceptada por hora obra				
	% tiempo con equipo improductivo				



RESUMEN TOTAL DE COSTOS E INGRESOS		FORMA 7 Ingresos Totales por recolección y disposición de desechos Incluir los cargos al usuario por recolección domiciliar, comercial e industrial al igual que por disposición final los que pueden determinarse por separado o también ser la parte que se adjudica a este servicio de limpieza de la tasa que pagan los usuarios en concepto de alumbrado público y limpieza
Distrito	Presupuesto desde la fecha hasta la fecha	
Año	meses de este periodo	
Presupuesto de este periodo		
Durante este periodo		
ITEM	Toneladas de basura recolectadas y enterradas Costo Operativo Total Costo Total Financiero y de Prorrateo Costo Total Total Ingresos (*) Diferencia (ganancia o pérdida) (Superavit o Deficit) Costo Total por Tonelada Ingreso Neto por Tonelada Diferencia por tonelada (ganancia o pérdida) (Superavit o Deficit)	



Manejo y operación de un vertedero

Anexo



Manejo y operación de un vertedero

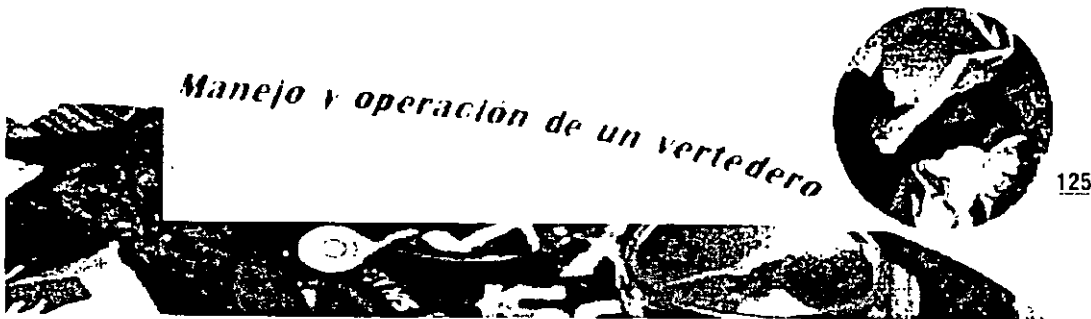
Es sumamente importante formar a todos los trabajadores del servicio en las prácticas tanto de construcción, operación y mantención del relleno sanitario, como en todo el proceso de manejo de los residuos, destacando la importancia de cada actividad y el papel que ellos desempeñan.

Los mejores rendimientos se logran ofreciendo buenas condiciones de trabajo y permitiendo la participación en las decisiones.

A continuación se indican los principales pasos a seguir para la construcción y operación del vertedero:

- Preparación del terreno y construcción de obras: Limpieza y escurpe.
- Construcción de las vías de acceso interna.
- Cercado del terreno.
- Siembra de árboles a nivel perimetral.
- Construcción de drenaje periférico.
- Preparación del suelo de soporte.
- Construcción de drenajes internos.
- Preparación de ventanillas de gases.
- Construcción de la caseta e instalaciones sanitarias.
- Excavación de pozos de monitoreo.
- Diseño y ubicación del cartel de identificación.
- Adquisición de herramientas.
- Adquisición de elementos de protección de los trabajadores.
- Inicio de la operación del relleno.
- Clausura del vertedero a cielo abierto o incontrolado.
- Mantenimiento permanente.
- Preparación del presupuesto anual.

Desarrollamos a continuación los principales pasos, agrupados según correspondan a infraestructura física o a infraestructura de relleno.



2.1. Infraestructura periférica.

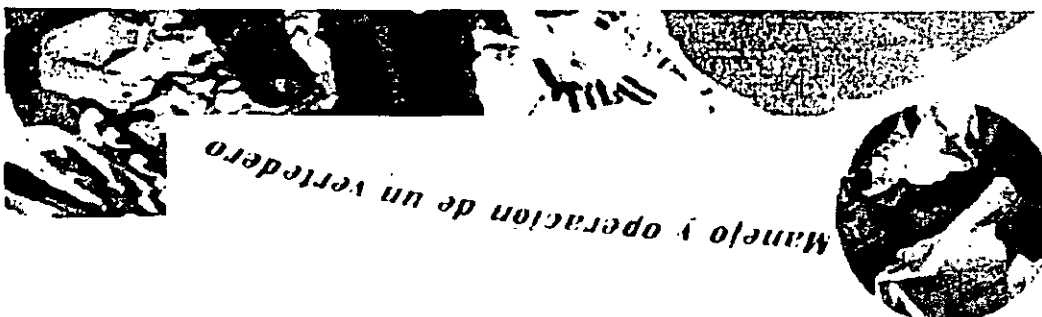
Vía de acceso. Al relleno sanitario se debe llegar por una vía pública de acceso, la que debe ser una vía principal de uso permanente y que reúna condiciones de diseño aceptables

Es necesario destacar que el tiempo empleado en el acarreo de basuras desde los distintos puntos de generación hasta el sitio del relleno sanitario, es más importante que la distancia.

Drenaje de aguas lluvias. Es importante analizar el comportamiento histórico de la precipitación pluvial del lugar para prever las características de los drenajes y las obras que se necesitan en el terreno a fin de disminuir al máximo la producción de lixiviado, producto de la incorporación directa de aguas de lluvias a los residuos dispuestos, evitándose también la contaminación de las aguas y se logran definir las áreas de operación e instalaciones para los trabajadores

Las aguas de lluvias que caen sobre las áreas vecinas al relleno sanitario muchas veces ocurren hasta este, causando serias dificultades de operación, por lo tanto se las debe interceptar y desviar su escurrimiento fuera del relleno sanitario, lo cual contribuye significativamente a reducir el volumen del líquido percolado y también a mejorar las condiciones de la operación. Es recomendable construir un canal en tierra o suelo-cemento de forma trapezoidal, dimensionado de acuerdo a las condiciones de precipitación local, área tributaria, características del suelo, vegetación y topografía. El canal debe ser trazado por la curva de nivel máximo a que llegara el relleno, y deberá garantizar una velocidad máxima promedio (0,5 m/seg) que no provoque erosión excesiva

Cartel publicitario. Es necesario la colocación de un cartel de presentación de la obra en construcción, a fin de que sea identificada por la comunidad. Es importante elegir desde el comienzo un Nombre Oficial para el Relleno Sanitario. Este nombre debe usarse en adelante, en todos los documentos y correspondencia pertinentes



Manejo y operación de un vertedero

2.2. Infraestructura del relleno.

La adecuación del terreno es importante para mejorar sus condiciones y facilitar las operaciones de ingreso de los desechos sólidos, así como para la construcción de las celdas y las operaciones del relleno sanitario en general. Por lo tanto, se deben realizar las siguientes actividades:

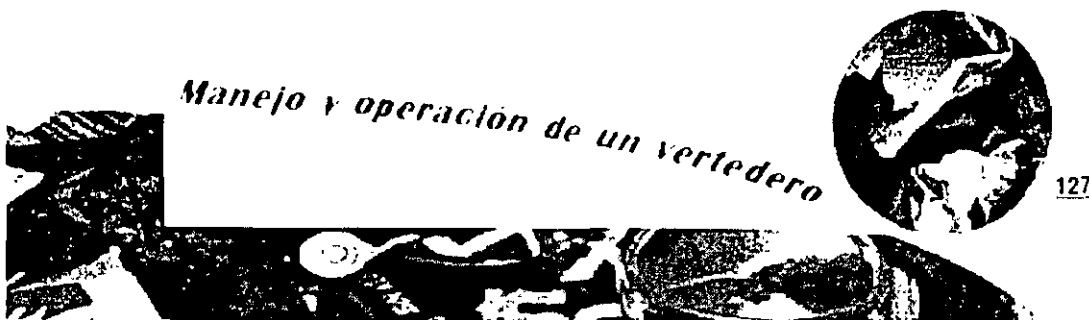
Limpieza y desmonte. En el terreno se debe preparar un área que sirva de base o suelo de soporte al relleno, siendo por lo general necesario talar árboles y arbustos, puesto que estos constituirían un obstáculo para la operación. Esta limpieza debe hacerse por etapas, de acuerdo con el avance de la obra, evitando así la erosión del terreno.

Tratamiento del suelo de soporte. Antes de comenzar el relleno, se debe tomar la decisión con respecto a la necesidad de remover las primeras capas de suelo la cual dependerá de la cantidad de material de cobertura disponible. En algunos casos, puede ser ventajoso dejar el terreno intacto, con el fin de usar su capacidad de absorción y filtración para remover contaminantes del percolado.

Para la nivelación del suelo de soporte y los cortes de los taludes es también aconsejable que el movimiento de tierra se haga por etapas, dependiendo de la vida útil del sitio, así la lluvia no causará erosión al terreno ni se perderá tierra que podría ser utilizada como cobertura. Por otro lado, se recomienda almacenar y conservar la cubierta vegetal de las áreas iniciales del terreno, para que a medida que se vayan terminando algunas áreas del relleno sirvan de cubierta final para la siembra de pasto o algún similar.

En la nivelación del suelo de soporte y la apertura de zanjas, se debe utilizar equipo pesado (Bulldozer o retroexcavadora), puesto que la excavación manual es demasiado ineficiente. Asimismo, debe utilizarse un equipo similar para la construcción de vías internas o extracción y almacenamiento de material de cobertura (esta última actividad se recomienda solo en períodos secos).

Cortes. Los taludes del terreno se deben de tal manera que no causen erosión y puedan darle una buena estabilidad al relleno. Estos pueden ser desde verticales hasta 3:1 (relación avance horizontal con avance vertical, horizontal-vertical), dependiendo del tipo de suelo y los cortes de uno a tres metros. Las terrazas deben tener una pendiente del 2% hacia los taludes interiores para conducir las aguas de lixiviado a los drenajes y evitar encharcamientos cuando se usen como vías temporales de acceso. Esto contribuye también a brindar mayor estabilidad a la obra.



Anexo 2 *Relleño sanitario manual.*

Se debe evitar construir el relleno sanitario manual "sobre" una pequeña corriente o nacimiento de agua, sin antes bajar su nivel, canalizarla y entubarla para evitar su contacto directo con el líquido percolado producido por los residuos dispuestos.

Drenaje del líquido percolado. El manejo del líquido percolado es uno de los mayores desafíos a resolver que se presentan en un relleno sanitario. En algunos casos, a pesar de contar con los canales periféricos para interceptar y desviar las aguas de escorrentía, la lluvia que cae directamente sobre la superficie del relleno aumenta significativamente el volumen del lixiviado.

Por lo tanto, es de vital importancia construir un sistema de drenaje en el terreno que servirá de base al relleno sanitario antes del depósito de las basuras. En lo posible, este sistema debe retener el percolado en el interior del relleno, para dar lugar a un mayor tiempo de infiltración y disminuir su aparición a nivel superficial. Esto tiene el propósito de evitar al máximo su tratamiento, el cual es demasiado complejo y económicamente poco factible para pequeñas localidades o municipios dado sus altos costos. Para obtener una mayor eficiencia es recomendable construir también estos drenajes en todas las bases de los taludes interiores y exteriores de terrazas o niveles que conforman un relleno sanitario, a fin de evitar su escurrimiento por la superficie de los taludes interiores y además interconectarlos con el drenaje vertical de gases. El sistema de drenaje consiste en una red horizontal de zanjas en piedra, interrumpiendo el flujo continuo del percolado por medio de pantallas construidas en madera o incluso del mismo terreno. Los drenes se pueden construir de la siguiente forma:

128



Para el trazado por donde se ubicara el drenaje del terreno, el cual puede ser similar a un sistema de drenaje.

Se hacen zanjas y se construyen las pantallas localizadas cada 5 ó 10 m., con un ancho de 0.20 a 0.30 m., o simplemente se dejan intactos en la zanja estos pequeños espacios del suelo que permiten que el líquido percolado que escurra sin rebosar las zanjas se les da un camino de escape a través de la pantalla y un borde libre a la superficie.

pantalla y el nivel de la superficie.

- Se llenan las zanjas con piedras de 4" ó 6", de tal manera que permitan más espacios intersticiales libres para evitar su rápida colmatación. Una vez que se tengan las zanjas



llenas con piedras, se recomienda colocar sobre ellas un material que permita infiltrar los líquidos y retener las partículas finas que los puedan colmatar. Este efecto se consigue con ramas secas de helecho, pasto e incluso hierba, las que reemplazan el geotextil.

Otra manera de construir este drenaje en la base del terreno, es utilizando neumáticos desechados con lo cual se aprovecha un material voluminoso de difícil manejo en el relleno. Una vez enterradas las llantas en sentido vertical, una junto a la otra, se coloca encima una capa de 0.20 a 0.30 m. de piedra y las ramas secas como en el caso anterior. Es de anotar que la zanja tendrá una conformación especial para recibir las llantas.

Cuando ocurran períodos de lluvias fuertes y la cantidad de lixiviado sea tal que exceda la capacidad de los drenajes en el interior del relleno, es recomendable prolongar y orientar el sistema de drenaje de las mismas características y conformar por fuera del relleno un campo de infiltración que permita por lo menos almacenar este líquido durante los días de lluvia. En este drenaje fuera del relleno pueden dejarse algunos tramos alternos entre pantalla sin efectuar el llenado de piedras. Esto se hace con varios propósitos, entre ellos:

- Estimar el volumen del percolado que sale del relleno.
- Verificar la cantidad de material sólido que se ha sedimentado, lo que nos puede indicar el momento de efectuar la limpieza del drenaje exterior del relleno.

Sin embargo, existen regiones y provincias que presentan condiciones extremas de precipitación pluvial (más de 3000 mm./año), en las que la lluvia que cae directamente sobre el área rellena en el vertedero puede generar una gran cantidad de lixiviado difícil de manejar. En estos casos, de acuerdo con los cálculos, el volumen de lixiviado que se espera puede ser tal, que incluso el terreno disponible para el sistema de drenaje que permita su almacenamiento e infiltración, sea insuficiente y/o que su construcción resulte económicamente poco factible.

Para manejar y controlar la producción de lixiviado en estos casos, se recomienda:

del cálculo sobredimensionar el sistema de drenaje a construir en el terreno en un 20%.

- Construir el relleno de manera que se reduzca el área estrechas de trabajo, es decir, es preferible superponer

yan de sobre el área del terreno de caldas va

- Proceder a aplicar la cobertura final e inmediatamente sembrar pasto sobre las áreas terminadas del relleno.

En las regiones donde la precipitación anual no excede los



En las regiones donde la precipitación anual no excede los 300 mm. y se cuenta con un canal apropiado para interceptar y desviar la agua de lluvia, se espera que no se presenten problemas significativos con el lixiviado que se produce, el cual estará en

Anexo 2

relleno sanitario manual

funcion del tipo de residuos y de su capacidad de campo. Se recomienda, sin embargo, construir igualmente los drenajes en el suelo que sirve de base al relleno y en las te-trazas que lo conforman, no obstante, el tamaño de las zanjas sera menor. En caso que el suelo no permita la infiltracion o que el acuífero este siendo usado como fuente de abastecimiento en una zona cercana, se requerirá tratar el lixivado

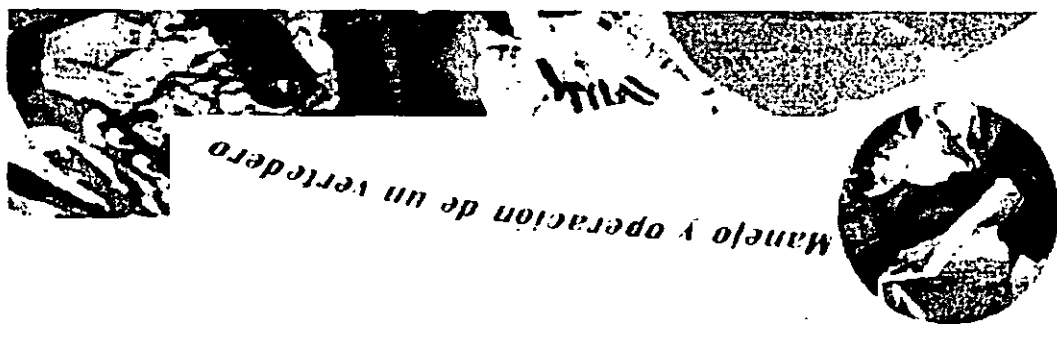
tiene a la alta concentracion de material solido en el lixivado, el tratamiento a traves de procesos químicos solamente resulta demasiado costoso. Pado que el percolado de los residuos solidos presentan características semejantes a las aguas residuales domesticas (con gran porcentaje de materia organica biodegradable de difier decantacion), se deben realizar estudios de viabilidad para aplicar tratamientos biológicos con el fin de mejorar la calidad de este liquido. Entre los procesos biológicos que pueden ser utilizados en el tratamiento del percolado, destacan los procesos ana-erobios y las lagunas de estabilizacion. Un método eficaz y economico aplicado a la fecha es la recirculacion e infiltracion en áreas cubiertas con eucalippos

Drenaje de gases. Para el drenaje de gases puede recurrirse a un sistema de ventilacion en piedra o tuberia perforada de concreto (reversada en piedra) que funciona hasta la superficie. Estas chimeneas se construyen verticalmente a medida que avanza el relleno procurando siempre una buena compactacion a su alrededor. Se recomienda instalar cada 20 o 50 m, con un diametro entre 0.30 y 0.50 m, cada una, de acuerdo con el criterio del ingeniero responsable de la construcción del relleno sanitario. Se deben interconectar los drenes, a fin de lograr una mayor eficiencia con el drenaje de líquidos y gases en el relleno sanitario

Accesos y drenaje pluvial internos. Durante la planeacion del relleno sanitario, se deben estudiar cuidadosamente los caminos de acceso dentro del relleno, ya que por el permanente desplazamiento aumenta la posibilidad de originar serios trastornos en épocas lluviosas

Para evitar los desechos en el frente de trabajo, se acepta como via un pequeño camino estabilizado de 6 ms. de ancho sobre terreno natural con sus respectivos drenajes, que debe mantenerse en buenas condiciones durante todo el año. La pendiente optima podrá ser de 7 a 10%, según el estado y potencia de los vehículos recolectores de basura del municipio y a la altura pendiente, la remontan cargados o vacíos

Aunque se acepta el hecho que en un relleno sanitario manual las vías de acceso al sitio de operacion y control pueden ser masas, hechas en tierra, piedra y resas de demoliciones, estas vías deben mantenerse en buen estado y drenadas



Manejo y operacion de un vertedero

Construcciones auxiliares. Las construcciones auxiliares necesarias deberán ser pequeñas y de bajo costo, tratando de hacerlas compatibles con la vida útil prevista, puesto que entre las características de esta obra, están las de atender los requerimientos sanitarios con la máxima economía y utilización intensiva de la mano de obra en todas sus actividades, a fin de minimizar las inversiones temporales.

Se recomienda construir una cerca de alambre de púas, con un portón de entrada para darle seguridad y resguardo a la obra. Es importante impedir el libre acceso del ganado al interior del relleno, dado que aquel no solo entorpece la operación, sino también destruye las celdas.

Es también necesaria la conformación de un cerco vivo de árboles y arbustos como aislamiento visual, pues oculta de los vecinos y transeúntes la vista de los desechos sólidos dando buena presencia al contorno del terreno, y puede servir para retener papeles y plásticos levantados por el viento. Se recomienda plantar árboles de rápido crecimiento, o en su defecto para conservar el entorno, utilizar pantallas vegetales autóctonas.

La construcción de una caseta (área de 10-15 m² aproximadamente) es importante para ser usada como: portería, lugar para guardar las herramientas, cambio de ropa (antes y después del trabajo), instalaciones sanitarias, cocina para calentar alimentos en una hornilla y resguardo de los trabajadores en caso de una fuerte lluvia. Una caseta prefabricada también puede ser adaptada y empleada para estas funciones.

El sitio debe contar con las instalaciones mínimas que aseguren la comodidad y bienestar de los trabajadores. Para conseguir lo anterior, se debe llevar agua al relleno para los servicios sanitarios; como mínimo, se requiere construir una letrina o pozo negro.

Además, en períodos secos, es aconsejable esparcir un poco de agua sobre la superficie del relleno con ayuda de una manguera, para obtener una mejor compactación y evitar la presencia de polvo.

También es conveniente preparar una zona de aproximadamente 200 m² (10 x 20) para que el los vehículos puedan maniobrar y descargar las basuras en el frente de trabajo, sin mayores dificultades.

Operadores. Los operadores deben estar provistos de todo el equipamiento necesario para actuar en un frente de trabajo de residuos. Debe estar equipado con ropa sintética aislante, botas de seguridad, guantes apropiados, mascarillas, gafas y casco.

De igual manera merece un acapite especial, señalar las normas mínimas de higiene y seguridad que debe presentar el operador, desde el uso personal hasta su equipamiento.

Manejo y operación de un vertedero



Anexo 2

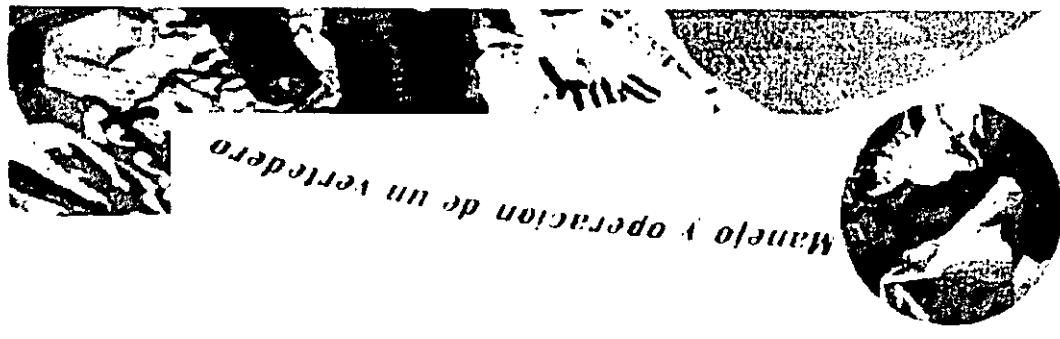
Relleño sanitario manual

Proyecto paisajístico. Para que el relleno sanitario se integre perfectamente al ambiente natural, no solo la superficie final del relleno, sino también la entrada y el contorno de la obra en ejecución deben plantearse considerando consideraciones paisajísticas.

La cobertura final compactada de 0.40 a 0.60 metros como mínimo y los drenajes de gases y aguas de escorrentías son esenciales para la vida vegetal sobre el relleno, la que se resiste a algunas especies mientras el relleno se estabiliza. Se recomienda sembrar en toda el área pasivo y plantas de raíces cortas superficiales, que no traspasen la cobertura, administrándose también el plomo en hoyos llenos de tierra abonada.

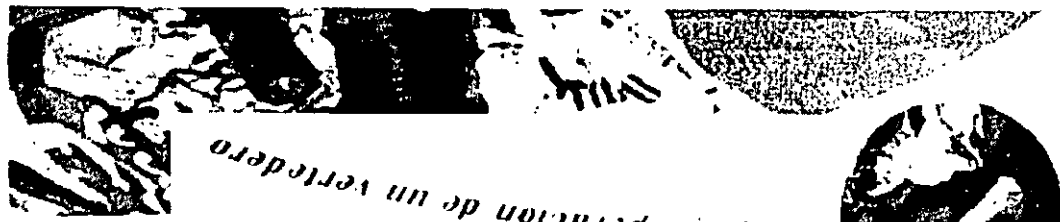
A fin de evitar la erosión y el aumento del lixiviado a medida que se terminan algunas áreas del relleno, se recomienda realizar la plantación de pasto sin esperar la finalización de las operaciones. Esta tarea es más sencilla si se realiza el movimiento inicial de tierras se disminuya la capa vegetal del terreno.

Para plantar el avance de la obra es conveniente disponer de los plomos definitivos del proyecto con sus perfiles longitudinales y transversales en los que se indique la configuración para el relleno en cada etapa. Sobre estos planos se programará la marcha de la obra, el frente de trabajo y su avance, calculando los volúmenes ocupados y las alturas de acuerdo con las curvas de nivel y colas alineadas.



132

Manejo y operación de un vertedero





CEPAL-LPES



OPS



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CÓRDOBA



DEPARTAMENTO
EDUCACION A
DISTANCIA



INSTITUCIONES RESPONSABLES



CEPAL-LPES

*Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica
y Social (ILPES)*

Coordinación: Edgar Ortegón



OPS

*Organización Panamericana de la Salud (OPS)
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del
Ambiente (CEPIS)*

Coordinación: Luiz Carlos R. Soares



U.N.C.-F.C.E.

*Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) Argentina
Facultad de Ciencias Económicas (F.C.E.)*

Coordinación: Dalmira Pensa



***Red Latinoamericana y del Caribe
para la Capacitación y la Cooperación Técnica
Mediante la Educación a Distancia***

***Gestión Integral de
Residuos Sólidos
Municipales e
Impacto Ambiental***



AUTORIA DE CONTENIDOS

Cepal-Ilpes:

Marcel Szantó
Jaime Muñoz
Fernando Calvo

OPS-Cepis:

Francisco Zepeda
Alvaro Cantanhede
Guido Acurio

U.N.C.:

Teresa Civallero



5

DISEÑO Y DESARROLLO MODALIDAD A DISTANCIA

Departamento de Educación a Distancia-F.C.E.-U.N.C.

Dirección:

Hada Graziela Juárez J. de Perona

Coordinación General :

Dalmira Pensa

Coordinación Pedagógica y Evaluación:

Adela Coria

Marcela Sosa

Arte y Diagramación:

Santiago Druetta

Abel Tomasino

Equipo de Apoyo Pedagógico:

Gabriela Sabulsky

María Helena Saddi

Paola Roldán

Nancy Castellano

Joel Armando

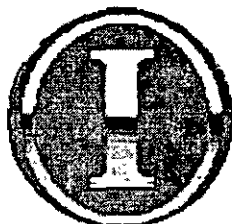
Daniela Reynoso

Secretaría Técnica de Educación a Distancia en
ILPES - CEPAL, a cargo de:

Alejandra Naser (anaser@eclac.cl)

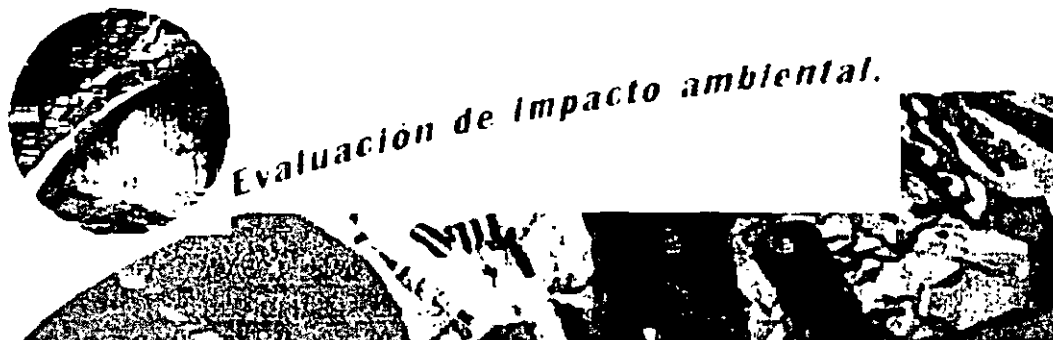
María Angelica Pacheco (mpacheco@eclac.cl)

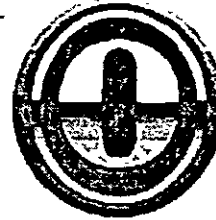




Índice

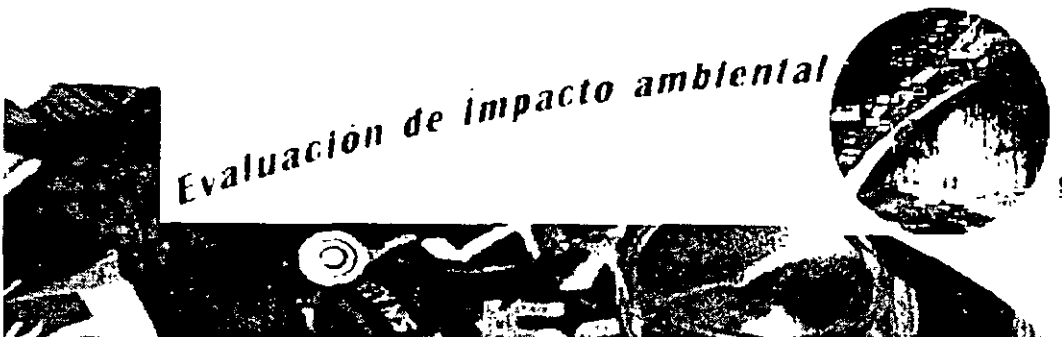
Objetivos	9
Introducción	10
Capítulo 1: Conceptos claves.	11
Capítulo 2. Metodología general del Es. I.A.	19
Capítulo 3. Identificación de elementos para la previsión de impactos.	29
Capítulo 4. Evaluación de impactos.	35
Capítulo 5. Medidas de mitigación.	45
Capítulo 6. Ejemplo de utilización de matriz de Leopold en la selección del lugar de vertido.	53
Glosario.	61
Bibliografía.	63
Actividades de Aprendizaje.	64
Fichas de autoevaluación.	66

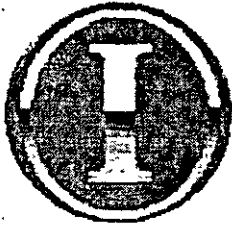




Objetivos

- Identificar los principales componentes de una Evaluación de Impacto Ambiental.
- Reconocer los tipos de impactos más frecuentes en los diversos componentes del medio ambiente.
- Desarrollar algunos instrumentos que permiten efectuar una Evaluación de Impacto Ambiental.

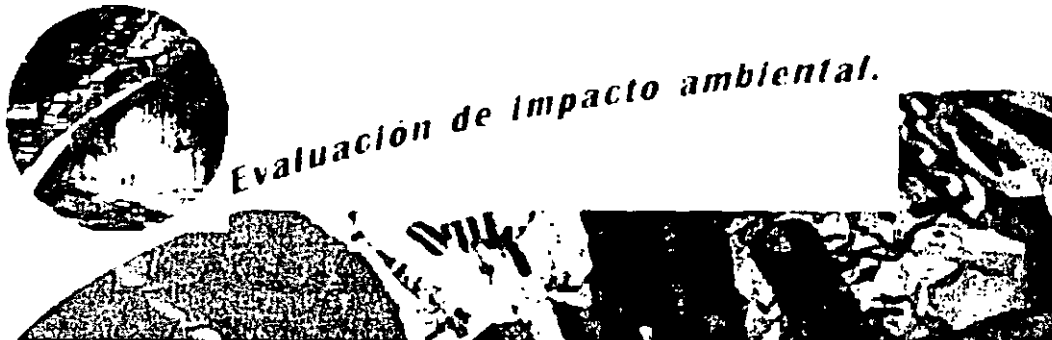




Introducción

En el presente módulo trabajaremos algunos conceptos considerados básicos en la Evaluación y Estudio de Impacto Ambiental. Estos estudios se conciben como un conjunto de técnicas y procedimientos preventivos para identificar, predecir, evaluar, interpretar, proponer correcciones y comunicar resultados, acerca de las relaciones de causa y efecto (positivas y negativas) entre un proyecto o programa en desarrollo y el medio ambiente físico, biológico y socioeconómico donde se lo pretende llevar a cabo. A partir de tal concepción consideramos que es un instrumento preventivo fundamental en cualquier política ambiental que pretenda reconocer interrelaciones entre factores de progreso socio-económico y la conservación del medio ambiente.

Desde una visión histórica, es en la década de los años setenta cuando se empiezan a considerar a los factores ambientales como un aspecto esencial a tener en cuenta en un proceso de inversión y con matices de trascendencia futura, aspectos que en la actualidad se consideran imprescindibles ante las manifestaciones de deterioro del medio ambiente y la creciente preocupación de diversos grupos sociales por conservar los recursos naturales y humanos, trascendiendo posturas economicistas.



Capítulo



Evaluación de impacto ambiental.



1. Conceptos claves.

Por tratarse de un proceso técnico, conviene tener ciertas precisiones sobre los principales conceptos que se utilizan en estos estudios.

1.1. Impacto ambiental.

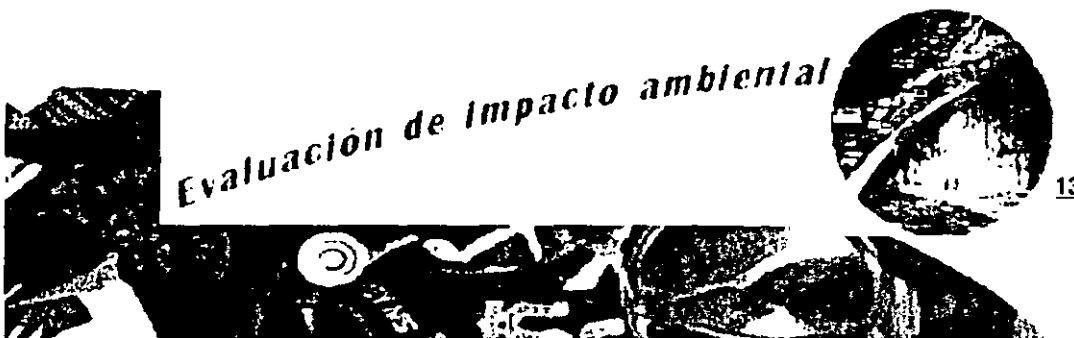
Consideramos "impacto" a cualquier alteración positiva o negativa, generada a partir de la introducción en el territorio de una determinada actividad. Esta alteración sobre el medio interviene tanto en su dimensión física, sus factores bióticos y abióticos, como también en las relaciones sociales y económicas que el hombre entabla con el medio. Por tanto se trata de una alteración que conviene evaluar con el fin de diferenciar la evolución del medio con y sin la implantación de tal acción.

El grado de alterabilidad que esta actividad impone sobre las condiciones iniciales del medio, que definen el hábitat humano, es lo que podríamos denominar como "Impacto ambiental", el cual puede ser de signo positivo o negativo.

1.2. Estudio de impacto ambiental.

Lo definimos como el procedimiento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo, tendiente a determinar los cambios que pudiera producir en el medio ambiente. Debe proporcionar antecedentes fundados para la identificación, predicción e interpretación del impacto ambiental y describir la o las acciones a ejecutar para impedir o minimizar los efectos significativamente adversos, que se pudieran prever, sobre el entorno natural, social o cultural.

Conviene considerar que este Es. I.A. es un elemento que permite regular los usos del suelo y la ordenación territorial y debe ser interpretado como un instrumento preventivo antes que como una figura negativa u obstructivista en cuanto permite predecir sobreexplotaciones del entorno natural y social. Así, puede resultar una herramienta necesaria para paliar los efectos forzados por situaciones derivadas de



Capítulo 1

Conceptos claves.

- Carencia de sincronización entre el incremento de la población y el crecimiento de los servicios básicos que a ella se destinan.
- Mayor movilidad de la población y crecimiento de su calidad de vida, con una creciente demanda de espacio y servicios.
- Creciente manifestación de la progresiva degradación del medio natural que se concreta en: contaminación, mala gestión de recursos hídricos y atmosféricos, destrucción de paisajes, deficiente utilización de recursos mineros, ruptura del equilibrio ecológico como consecuencia de la destrucción de determinadas especies animales, perturbaciones imputables al mal manejo de desechos, entre los más destacados.

Ante esto se necesita de una planificación que permita detener el proceso degenerativo producido por las actividades ya implantadas y una concientización de los comportamientos sociales a los efectos de lograr que futuras conductas no sigan agudizando este proceso.

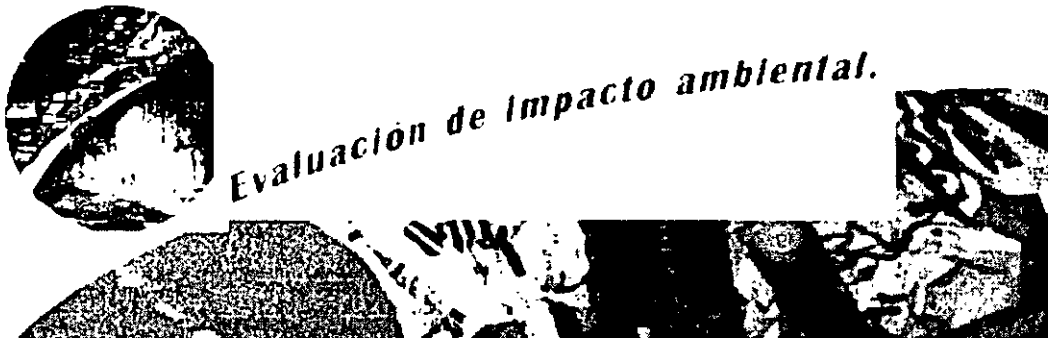
En esta concepción de Es. I.A. como instrumento preventivo, subyace la necesidad de conservar, proteger y mejorar el medio ambiente, contribuyendo a la protección de la salud de las personas y garantizando la utilización prudente y racional de los recursos naturales

Todo ello basado en principios de

- Acción preventiva, es decir que es preferible invertir para resguardar recursos, antes que para recuperar
- Corrección preferentemente en la fuente misma de los ataques al medio, en lugar de acciones derivadas de decisiones posteriores
- Quien contamina paga, para hacer recaer el costo del deterioro ambiental en quien produce un daño social con su acción

1.3. Evaluación de impacto ambiental.

Es el procedimiento que, en base a un Estudio de Impacto Ambiental, determina si la alteración producida por una actividad o proyecto se ajusta a las normativas vigentes. Por lo general suele estar a cargo de una Comisión del Medio Ambiente o de la Comisión Regional respectiva



Si comparamos las definiciones dadas sobre Estudio y Evaluación de Impacto Ambiental, (E.I.A) observaremos que ambas demandan un estudio. Sin embargo, el Es. I.A., es previo a la realización de la evaluación.

En el presente módulo hablaremos de Es.I.A., siendo validos todos los conceptos para la posterior E.I.A.

A partir de tal procedimiento analítico, se procura llegar a un juicio objetivo sobre las consecuencias de los impactos derivados de una determinada actividad a fin de resolver sobre su aceptación o no.

1.4. Pasos del estudio de impacto ambiental.

En una primera etapa, se trata de identificar y predecir las alteraciones que se producen con motivo del proyecto a realizar. Esta etapa consta por una parte, del análisis del proyecto, y por otra del estudio de la situación preoperacional del entorno

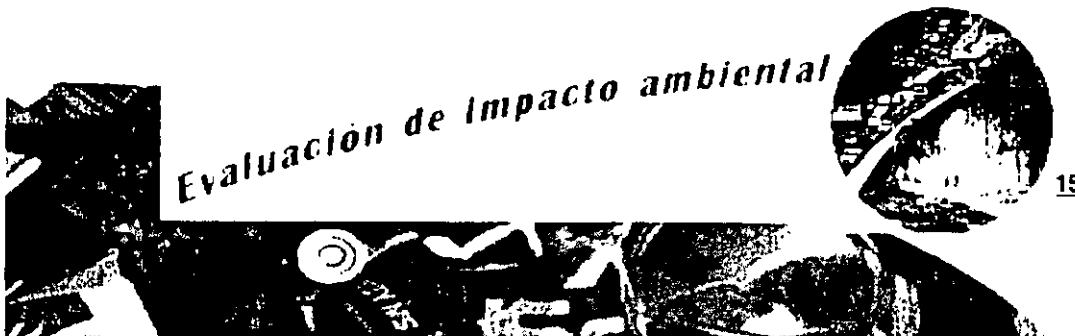
En el análisis del proyecto a ejecutar se estudian los objetivos, con el fin de identificar aquellas acciones susceptibles de producir impacto. Por ejemplo En el caso de la implantación de un vertedero, entre otras acciones consideradas como susceptibles de producir impactos podrían mencionarse.

- Tráfico de vehículos recolectores y
- Obtención del material de cobertura.

El estudio de la situación preoperacional del entorno comprende, la identificación del medio sobre el cual se producirá la modificación respecto a su estado inicial; la definición de las variables que intervienen, aquellos elementos de las variables susceptibles de ser modificados, a los efectos de hacer un inventario del medio y su valoración.

La realización del inventario es un paso fundamental, puesto que es el reflejo de la situación preoperacional del entorno y la base para identificar los posibles impactos, predecir su comportamiento y establecer el programa de vigilancia ambiental.

Estos dos pasos, es decir el estudio del proyecto a realizar y el estudio de la situación preoperacional del entorno, permitirán realizar la identificación y predicción de las alteraciones que pueden ser generadas en el entorno ambiental, económico, social y cultural



Capítulo 1

Conceptos claves.

La segunda etapa no tiene un esquema rígido puesto que según el método de evaluación utilizado, los pasos pueden variar. Si solo existe una posibilidad de acción, se realiza la valoración de sus impactos. Si hay más de una, se procede a valorar cada una y posteriormente se realiza la comparación entre ambas lo que posibilita la selección.

Finalmente **la tercera etapa** contempla la definición de medidas correctoras, la determinación de impactos residuales que tendrían lugar después de aplicarlas, un programa de seguimiento y control para vigilar la magnitud de las alteraciones registradas; y, en el caso que sea necesario, estudios complementarios, así como un plan de abandono del proyecto y/o recuperación del ambiente.

Resumiendo este proceso podríamos exponerlo como sigue:

1° etapa:

- Identificación de elementos que pueden producir alteraciones.
- Inventario del medio y valoración del inventario.

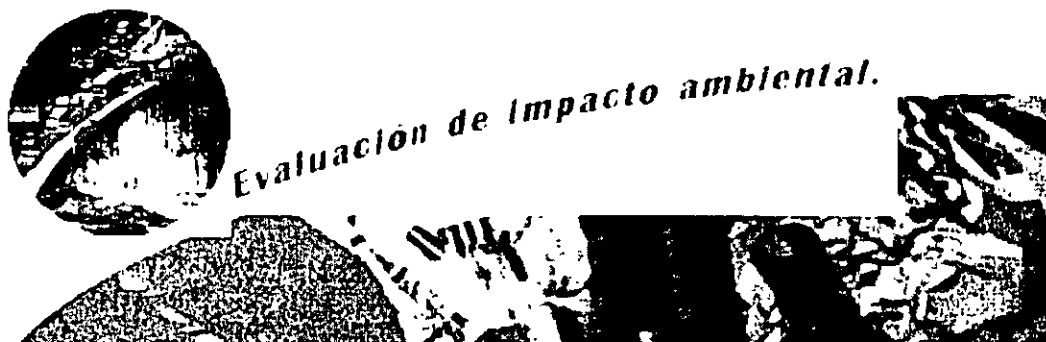
2° etapa:

- Ponderación de impactos
- Valoración de impactos

3° etapa:

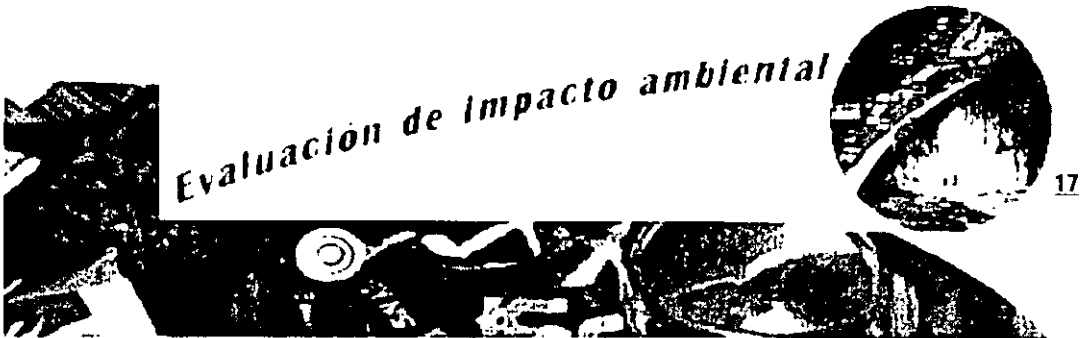
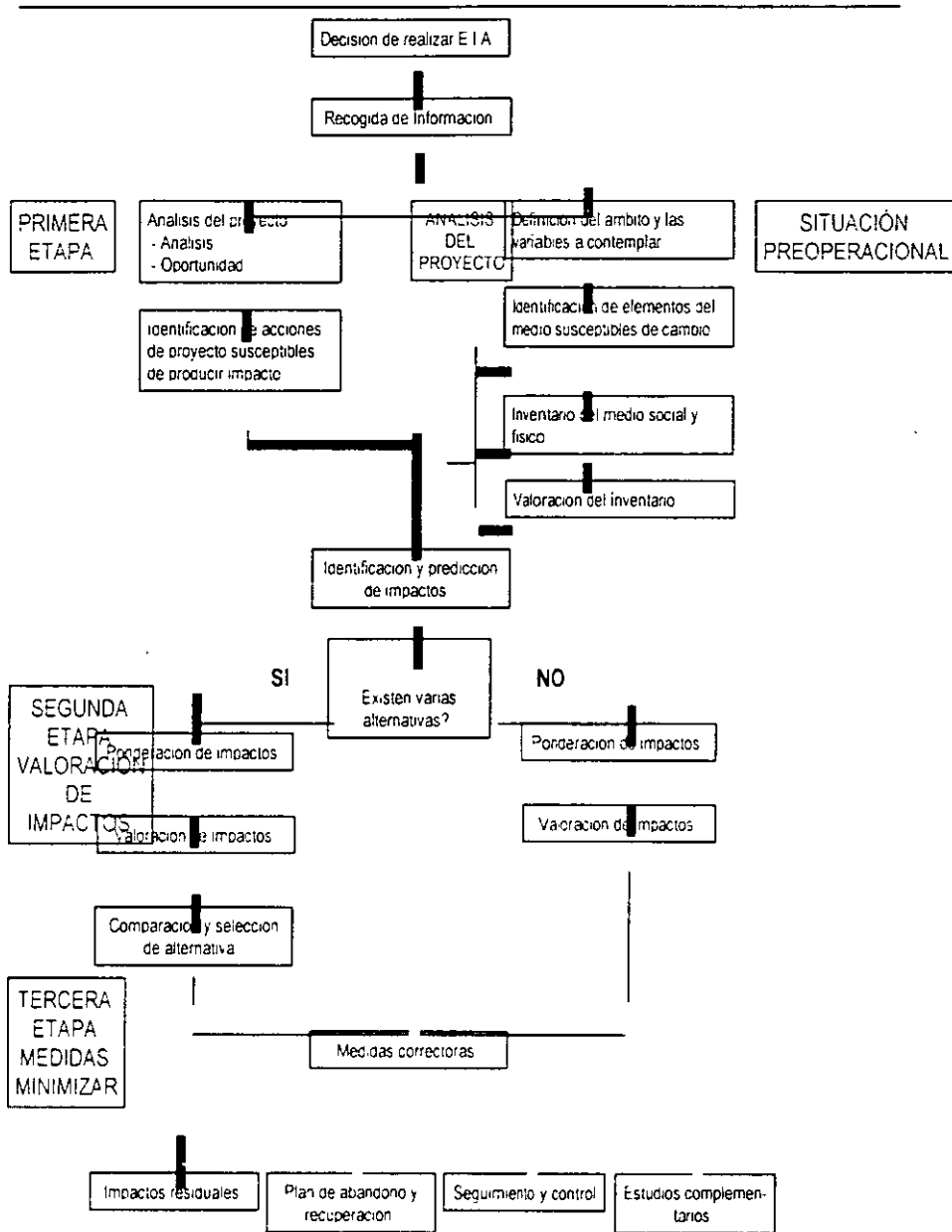
- Definición de medidas correctoras

A continuación exponemos de manera gráfica los principales pasos para la realización de una evaluación de impacto ambiental, para que opere como referencia de los desarrollos que iremos haciendo sobre el tema.



Conceptos claves.

Capítulo 1



Capítulo



Evaluación de impacto ambiental.



2. Metodología general del Es. I.A.

La metodología de un estudio de este tipo esta condicionada por los objetivos que se pudieran determinar. Todo Estudio de Impacto Ambiental, y por consiguiente toda Evaluación de Impacto Ambiental puede tener como objetivos los siguientes:

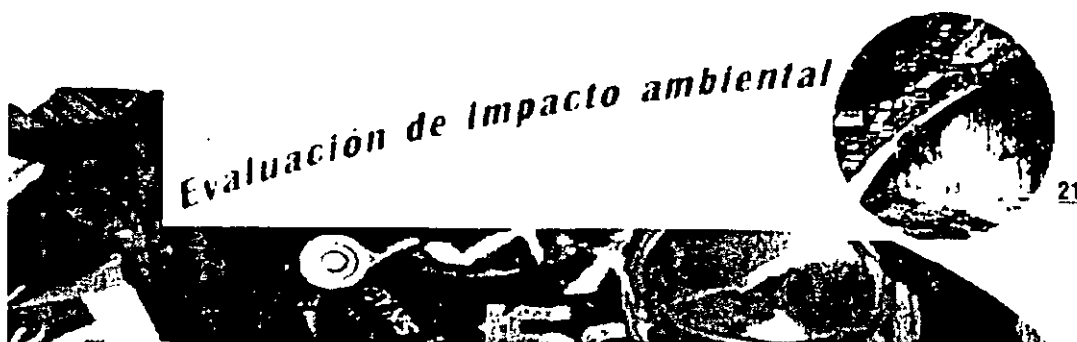
- Definir y analizar los contenidos y objetivos del proyecto con especial hincapie en las posibles alteraciones medioambientales que "a priori" podrian conllevar las actuaciones previstas
- Definir y valorar el medio físico biótico, abiótico, social y económico, en los distintos aspectos susceptibles de ser afectados por las obras planificadas.
- Prever los efectos que originarian las diferentes actuaciones del proyecto, así como evaluar su magnitud.
- Determinar las medidas correctoras, precautorias y compensatorias, que, desde una perspectiva de viabilidad técnico-económica, sirvan para minimizar los impactos que de la evaluación se hayan definido como de mayor importancia, indicando asimismo, los impactos residuales que conllevaria su aplicación.

Considerando los pasos necesarios para realizar el estudio, desarrollamos a continuación lo referido a un proceso de búsqueda de información y a la caracterización del entorno.

2.1. Búsqueda de información.

Esta labor es fundamental para la correcta elaboración del Es I.A., es decir, es la que se constituiria en primera fase. Sin embargo, podria ocurrir que se presenten algunas dificultades para ello originadas en

- Carencia de información, sobre las características del medio físico, biótico y abiótico e incluso del socioeconómico. Esta carencia podria ser de alguna manera paliada con la planificación de programas de investigación básica.
- Dispersion total de las fuentes de información que a este nivel existen.



Capítulo 2

Metodología general del Es.I.A.

Estos dos aspectos hacen que se encaren diversas estrategias para la recopilación de información:

- Relevamiento de bases documentales bibliográficas.
- Consultas a centros de investigación.
- Entrevistas a grupos sociales

Debido a la importancia de los estudios territoriales y locales se debe recurrir a las bases cartográficas existentes en la región, según las necesidades propias de cada caso. Entre las más importantes destacamos:

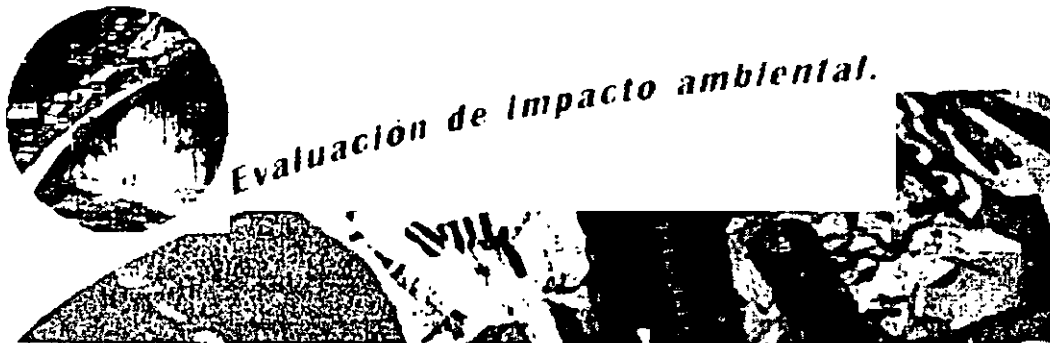
- Escalas menores de 1:1.000.000.
- Rango de escalas; 1:750.000, 1:500.000, 1:400.000, 1:200.000, 1:100.000.
- Análisis climáticos.
- Mapas de características geológicas y geotécnicas del terreno.
- Mapas Hidrológicos Nacionales
- Mapas Tectónicos.
- Mapas de productividad forestal potencial de la Región.
- Mapas sísmo estructurales de la zona en estudio.
- Mapas de vulnerabilidad a la contaminación de los mantos acuíferos.
- Mapas de cultivos y aprovechamiento de tierras
- Mapa de cuencas hidrográficas
- Mapas climáticos
- Mapas litológicos.
- Mapas de estados erosivos
- Mapa de Orientación de vertido de R.S.D. (Utilizados en países desarrollados y en A.L.C que se empiezan a confeccionar en distintos sectores).

Cada país tendrá su propio organismo donde recabar datos de esta índole que faciliten el Es. I.A.

2.2. Caracterización del entorno.

Se trata de inventariar todos los factores que caracterizan al medio físico, biótico y socioeconómico previsiblemente afectados por las obras planteadas.

A continuación detallamos los principales factores de cada uno de estos medios a tener en cuenta



2.2.1. Medio físico.**Geología y Geomorfología.**

Los efectos por la construcción de un vertedero están ligados a los movimientos de tierra y la ocupación del espacio. Entre ellos mencionamos:

- Zonas de recursos geológicos
- Erosionabilidad de los suelos
- Marco geológico general incluidos los contrastes del terreno
- Factores químicos: materia orgánica, carbono-nitrogeno.
- Calidad del suelo
- Marco geomorfológico general.
- Evolución del relieve
- Riesgos potenciales: inundabilidad, erosión, inestabilidades

Hidrogeología.

Considera los efectos derivados de modificaciones en los flujos de agua superficial y subterránea, impermeabilizaciones de áreas de recarga de acuíferos y cambios en la calidad del agua o sus recorridos. Consideramos:

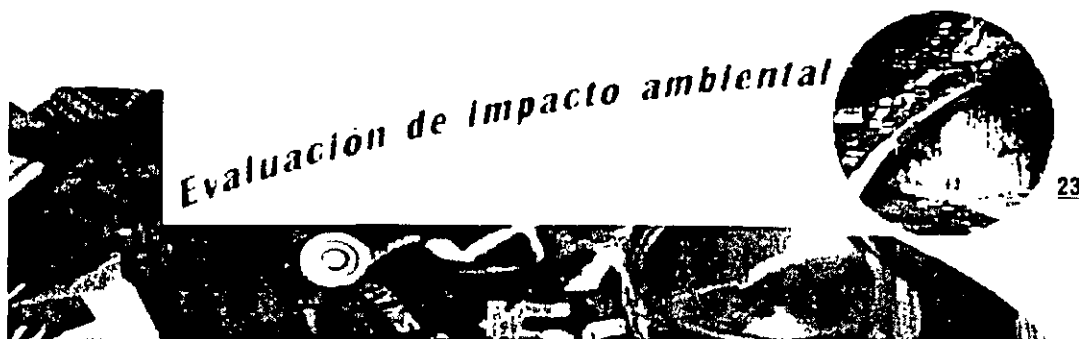
- Cuencas afectadas
- Red de drenaje, atendiendo al tipo y distribución de las redes de drenaje y escorrentía.
- Longitud de cauces
- Características generales de la calidad de las aguas.
- Unidades hidrogeológicas.
- Acuíferos, con inventario de puntos de agua tales como fuentes o manantiales.
- Estudio de permeabilidades

Vegetación.

En la definición de la situación preoperacional existen dos aspectos que deben analizarse: las formaciones vegetales presentes en el área y su composición florística.

El estudio contempla esencialmente:

- Catálogo general de especies indicadoras
- Localización de áreas especialmente sensibles o posibilidad de incremento de riesgos. Por ejemplo incendios, o desaparición de ejemplares únicos.



Capítulo 2

Metodología general del Es.I.A

Fauna.

El interés por analizar las comunidades faunísticas en un Es. I.A radica, por un lado en la conveniencia de preservarias como recurso y por otro, reconocerlas como un excelente indicador de las condiciones ambientales del territorio. El estudio supone la definición de catálogo de especies importantes, por tipología de ecosistemas o unidades biológicas homogéneas presentes en el área de estudio. En esencia comprende:

- Inventario de las especies y comunidades faunísticas presentes en el territorio, indicando su distribución espacial y abundancia. Hay que considerar la fonología de las especies a inventariar, con el fin de efectuar los muestreos en las épocas apropiadas.
- Localización de las áreas especialmente sensibles para las especies de interés o protegidas, como son las zonas de nidificación o invernada

Estos catálogos básicos de fauna y vegetación son necesarios para los informes. Para ello se requiere considerar los siguientes parámetros

Especies estacionarias, características o principales especies de paso, zonas de migración implicadas, estimación de la diversidad, complejidad de las redes tróficas, especies raras o en peligro de extinción

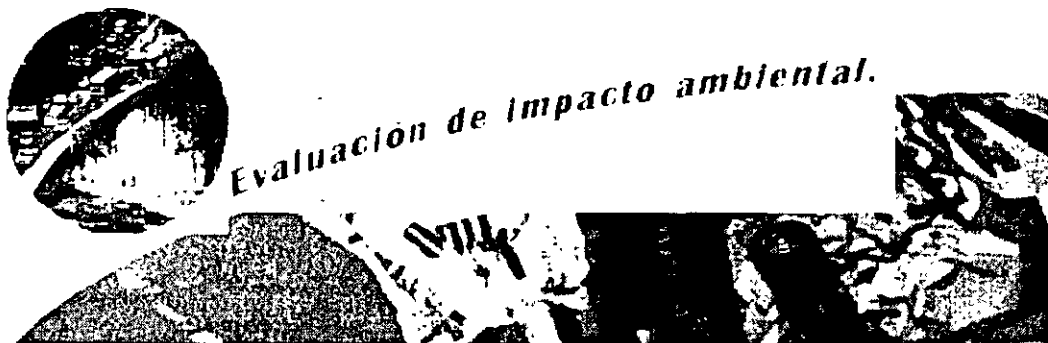
También se debe considerar la posible aparición de especies no deseadas como roedores o insectos que son transmisores de enfermedades, por lo que constituyen un problema sanitario potencial o la presencia de aves, para el caso que el vertedero este ubicado en las cercanías de un aeropuerto, por el riesgo que supone para la seguridad del tráfico aéreo

2.2.2. Paisaje.

La consideración del paisaje en los Estudios de Impacto Ambiental viene enmarcada por dos aspectos fundamentales: el concepto de paisaje como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la capacidad de absorción que tiene un paisaje a las actuaciones que producen los proyectos de un vertedero o relleno sanitario

El tratamiento del paisaje encierra la dificultad de encontrar una sistemática objetiva para medirlo. Debido a ello, existen metodologías muy variadas, aunque casi todas coinciden en tres apartados importantes: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual

La *visibilidad* se refiere al territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinado. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como



altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros factores como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc

La *fragilidad* del paisaje está dada por la capacidad que tiene para absorber los cambios que se pudieran producir en él.

La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático, etc.) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares, etc)

Un vertedero operativo en el que son visibles los residuos, los camiones de transporte y vertido, los compactadores y demás maquinaria, puede afectar a la apreciación por parte de la población de un área considerada anteriormente como atractiva o de alta calidad paisajística.

En general, lo señalado en los tres apartados anteriores puede inventariarse a través de los ítems siguientes:

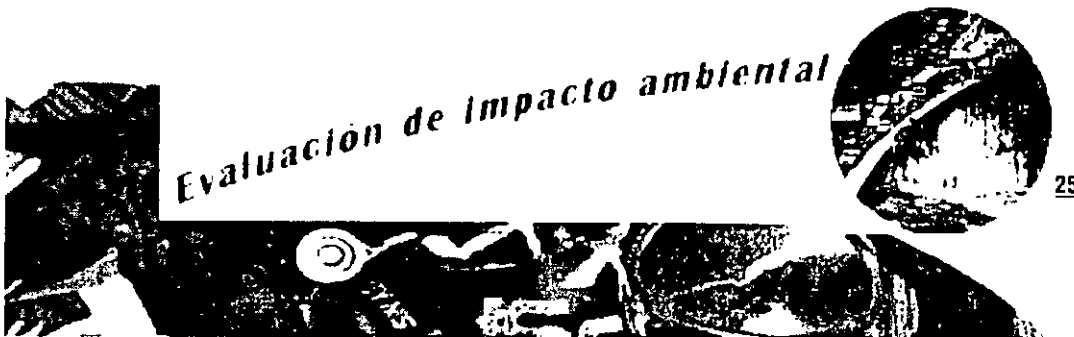
- Descripción general del ámbito.
- Unidades homogéneas implicadas.
- Condiciones de visibilidad.
- Zonas de calidad paisajística significativa

2.2.3. Medio social y económico.

Este inventario es el más complejo de todos, pues medio físico y social están íntimamente relacionados, de tal manera que el social se comporta al mismo tiempo como sistema receptor de las alteraciones producidas en el medio físico y como generador de modificaciones en el mismo. Se elabora mediante análisis de variables de muy diversa naturaleza, que aunque están relacionadas entre sí, podemos agruparlas en tres grandes categorías, sociológicas, económicas y urbanísticas.

Variables sociológicas.

Entre estas se considera un amplio conjunto de elementos que, bien por el peso específico que les otorgan los habitantes del ámbito de estudio, bien por su declarado interés para el resto de la colectividad, merecen un tratamiento y consideración particular, como por ejemplo



Capítulo 2*Metodología general del Es.I.A.*

- Poblacion: Evolucion historica, estructura por sexo, edades, distribución territorial, etc.
- Aspectos culturales.
- Calidad de vida
- Organismos y entidades

Variables económicas.

Hay diversos indicadores economicos a los que se puede apelar, pero se deben considerar aquellos que resultan relevantes para determinar la incidencia de un proyecto de relleno sanitario.

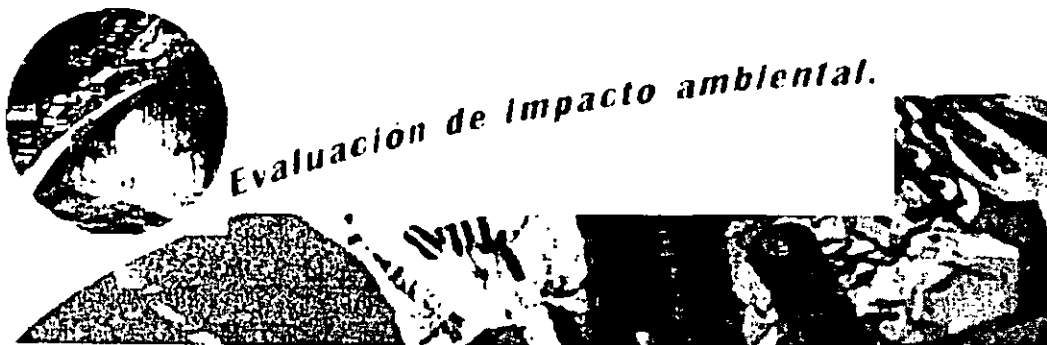
Mencionamos algunos de los que pueden estar involucrados.

- Renta.
- Nivel economico
- Precio del suelo.
- Sectores productivos, primarios, secundarios, terciarios
- Estructura de la poblacion activa

Variables urbanísticas.

Se relacionan con las disposiciones del gobierno local referidas a los asentamientos urbanos.

- Uso de la propiedad del suelo
- Tipología de planeamiento

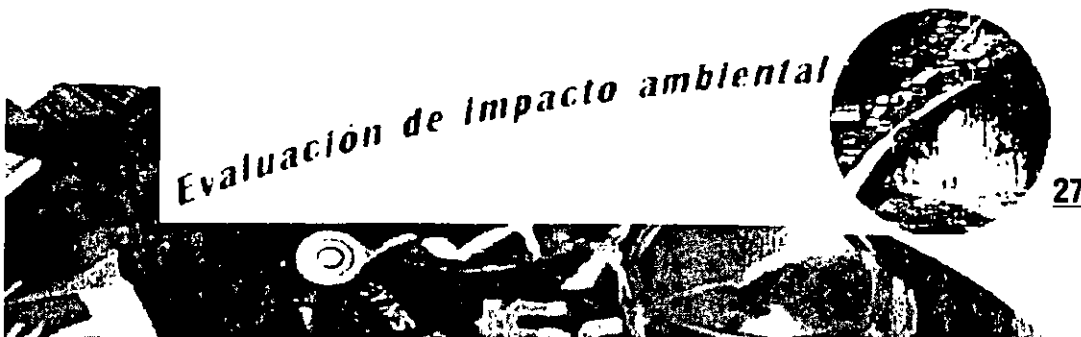


2.3. Valoración y síntesis del inventario.

La realización del inventario es un paso fundamental, puesto que es el reflejo de la situación preoperacional del entorno y la base para identificar y predecir los posibles impactos y establecer el programa de vigilancia ambiental. Sin embargo, a la hora de evaluar éstos y, sobre todo, comparar alternativas, puede ser interesante valorar las unidades diferenciadas de cada componente del medio físico y socioeconómico.

Para hacer esta valoración existen diversos métodos y criterios, tal como se desprende de la información entregada en la Guía, aunque en todos ellos subsiste, en cierto modo, un componente subjetivo difícil de evitar, especialmente en lo que se refiere a la selección de los criterios de valoración. Por ejemplo aquellos métodos que dan origen a una valoración semicuantitativa en la cual las unidades se clasifican con adjetivos tales como alto, medio y bajo, o escalas similares.

Debemos decir que esta valoración pertenece a la situación preoperacional (1º Etapa de la E.I.A.) y lógicamente es anterior a la valoración o ponderación a realizar. Por ejemplo, en caso de encontrarnos con una contaminación del suelo, deberemos valorarlo previamente, ya que la realización del proyecto incide en mayor medida que si no existiera dicha contaminación.



Capítulo



en la selección del lugar de vertido.



3. Identificación de elementos para la previsión de impactos.

La estimación de impactos presenta cierta dosis de incertidumbre pues está condicionada por varios aspectos, entre ellos el escaso conocimiento sobre la respuesta de muchos componentes del ecosistema y el medio social frente a una acción determinada, la carencia de información detallada sobre algunos componentes fundamentales desde el punto de vista ambiental, la dificultad para determinar posibles desviaciones respecto del proyecto original y sus consecuencias.

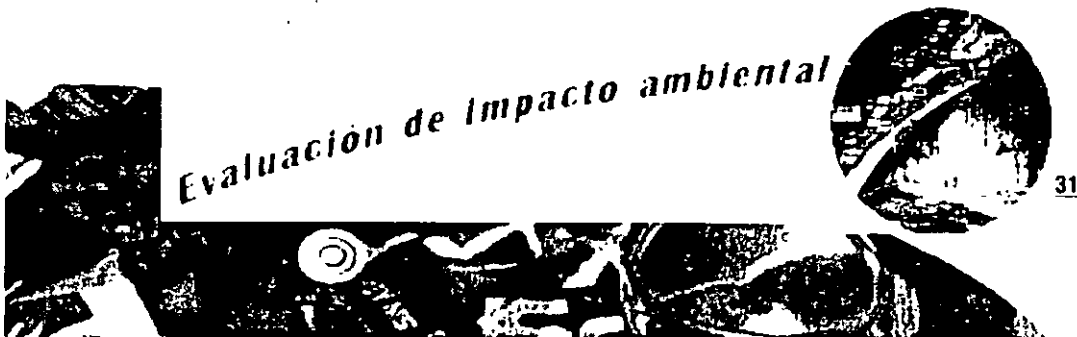
A continuación se proponen unas pautas metodológicas, que permiten aproximar a este objetivo

3.1. Identificación de factores que definen al medio y son susceptibles de recibir impactos.

Para su identificación deben considerarse los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto.

Para su determinación deben aplicarse los siguientes criterios

- Ser representativos del entorno afectado
- Ser relevantes, es decir portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes
- Referirse a efectos cuantificables en la medida de lo posible, pues muchos son intangibles
- Ser de fácil identificación, tanto en concepto como en apreciación



Capítulo 3 *Identificación de elementos para la previsión de impactos.*

3.2. Identificación de acciones del proyecto sobre el medio.

Como ya se dijo, las acciones del proyecto pueden ser variadas, así como las alteraciones que producen. A los efectos de organizarlas, se trata de diferenciar los elementos del proyecto de manera estructurada. En la tabla que proponemos a continuación, se presenta un tipo de recordatorio, pero conviene destacar que según el tipo de obra y las características del medio afectado, pueden producirse alteraciones no incluidas en la lista o la enumeración puede resultar excesivamente exhaustiva.

Tabla N° 1: Identificación de elementos y acciones

MEDIO	ACCIONES DEL PROYECTO
CLIMA	- Destrucción de la vegetación - Creación de "barrera" entre valles. - Emisiones a la atmósfera de gases procedentes de la descomposición de los residuos.
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	- Movimiento de tierras. - Ocupación del espacio por el vertedero.
HIDROGEOLOGÍA	- Movimiento de la maquinaria. - Obtención del material de cobertura
VEGETACIÓN	- Residuos sólidos ligeros y derrames - Movimientos de maquinaria pesada y realización de pistas
FAUNA	- Movimiento de tierras. - Producción de lixiviado.
PAISAJE	- Desviación temporal o permanente de caudales. - Movimiento de tierras. - Emisiones atmosféricas.

32

Evaluación de impacto ambiental.

- Movimiento de tierras.
- Acciones que producen eliminación de vegetación.
- Existencia de desechos sin cobertura
- Acciones que producen cambios en la cantidad de caudales.
- Construcción
- Operaciones de la maquinaria pesada.
- Manejo de los R. Sólidos
- Elementos visuales de escasa estética. (chimeneas de gases, instalaciones de

Identificación de elementos para la previsión de impactos. **Capítulo 3**

MEDIO	ACCIONES DEL PROYECTO
MEDIO SOCIOECONÓMICO	<ul style="list-style-type: none"> - Incremento de la mano de obra ocupada - Ubicación del vertedero. - Acciones debidas a emisiones atmosféricas, ruidos y calidad estética producidas por el vertedero - Acciones ligadas a contaminación atmosférica

3.3. Identificación y previsión de impactos, relaciones causa - efecto.

Se trata de la identificación de impactos propiamente dicha.

Es el momento en el que se relacionan las acciones del proyecto con las alteraciones que podrían producir sobre el medio. Con ello se trata de ver la incidencia ambiental derivada tanto de la construcción como de la explotación

Tabla N° 2: Relaciones entre acciones del Proyecto y el medio ambiente

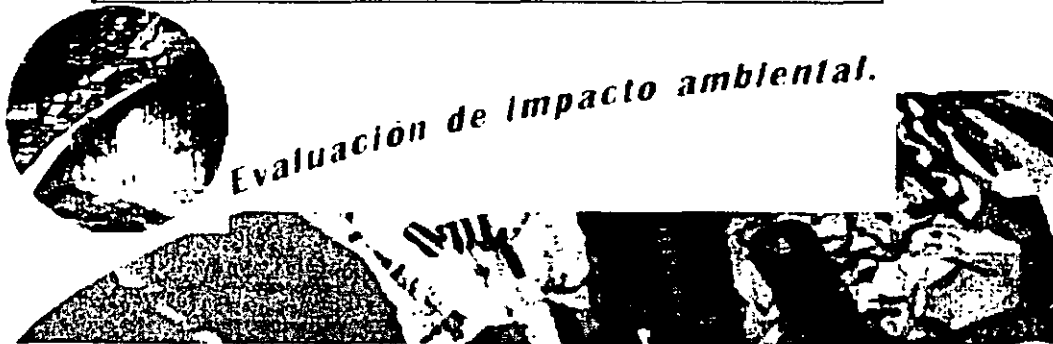
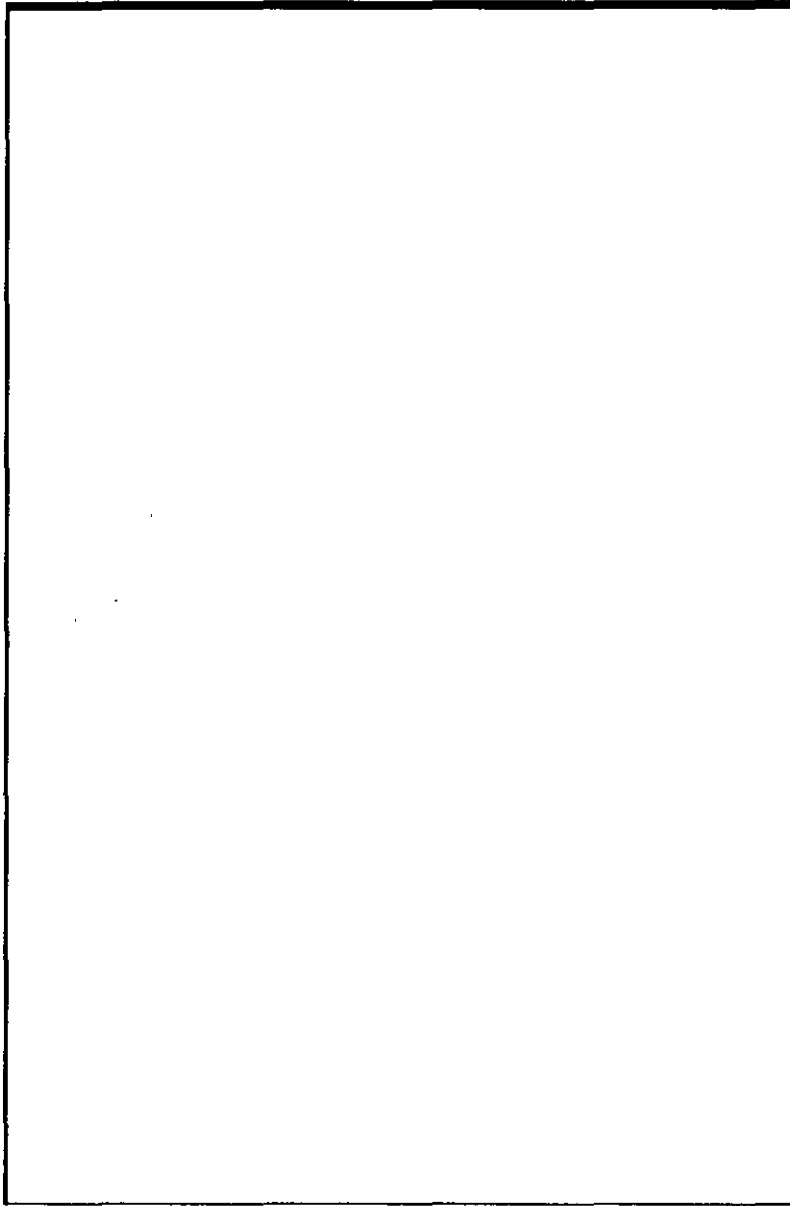
- Deslizamientos
- Erosionabilidad
- Afecciones a los suelos del entorno
- Eliminación de suelos
- derrames
- Movimientos de
- realización de p...

Evaluación de Impacto Ambiental

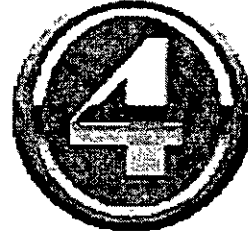


Capítulo 3

Identificación de elementos para la previsión de impactos.



Capítulo



Evaluación de impacto ambiental.

4. Evaluación de impactos.

Una vez que se ha realizado el Es. I.A. a través del análisis del proyecto, el estudio de la situación preoperacional y la identificación de impactos, llegó el momento de evaluarlo a través de lo que se denomina Valoración de impactos.

Para ésto existen una serie de criterios y métodos.

Los criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, mientras que los métodos de evaluación tratan de valorar de manera conjunta el impacto global que produce el vertedero.

● Criterios.

Los criterios de valoración del impacto propuestos son variados y su selección depende en gran medida del autor y del estudio. A continuación se incluyen algunos que suelen estar entre los más utilizados en los Estudios de Impacto Ambiental.

Magnitud: se refiere al grado de afectación de un impacto concreto sobre un determinado factor. Esta magnitud se suele expresar cualitativamente, aunque puede intentar cuantificarse. Un ejemplo sería el caso de la afectación de un vertedero sobre un encinar intersectado; el impacto producido por la emisión de contaminantes atmosféricos será en general de escasa magnitud, mientras que la destrucción directa por la construcción puede tener una magnitud elevada.

Signo: muestra si el impacto es positivo (+) negativo (-) o indiferente (o). En ciertos casos puede ser difícil estimar este signo, puesto que conlleva una valoración que a veces es subjetiva, como pueden ser los incrementos de población que se producen como consecuencia de la apertura de una nueva vía de circulación.

Escala espacial o geográfica: tiene en cuenta la superficie espacial afectada por un determinado impacto. Esto puede cuantificarse en muchas ocasiones.

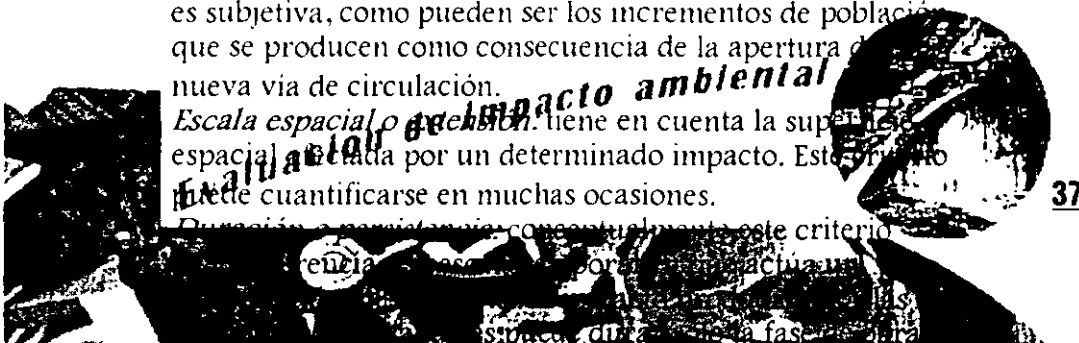
Duración o permanencia: consecuentemente este criterio

se refiere a la duración de los impactos producidos

o durante toda la explotación).

Momento: fase temporal en que se produce. El criterio

puede adaptarse a las etapas del proyecto (p.e.: fase de



proyecto, obra o explotación) o hacer referencia a plazos temporales no ligados a aquél (corto, medio y largo plazo).

Capítulo 4 Evaluación de impactos.

Certidumbre: nivel de probabilidad de que se produzca el impacto. Normalmente se clasifica según una escala cualitativa tal como cierto, probable, improbable y desconocido.

Reversibilidad: tiene en cuenta la posibilidad de que, una vez producido el impacto, el sistema afectado pueda volver a su estado inicial. Muchos impactos pueden ser reversibles si se aplican medidas correctoras, aunque el elevado coste de muchas de ellas los hacen irreversibles.

Sinergia: hace referencia a la acción conjunta de dos impactos, donde el impacto total es superior a la suma de los impactos parciales. Un ejemplo es el efecto sobre la vegetación de contaminantes atmosféricos, como son el NO, y el SO.

Presencia de medidas correctoras: especifica si a un determinado impacto se le puede aplicar medidas correctoras y en qué grado.

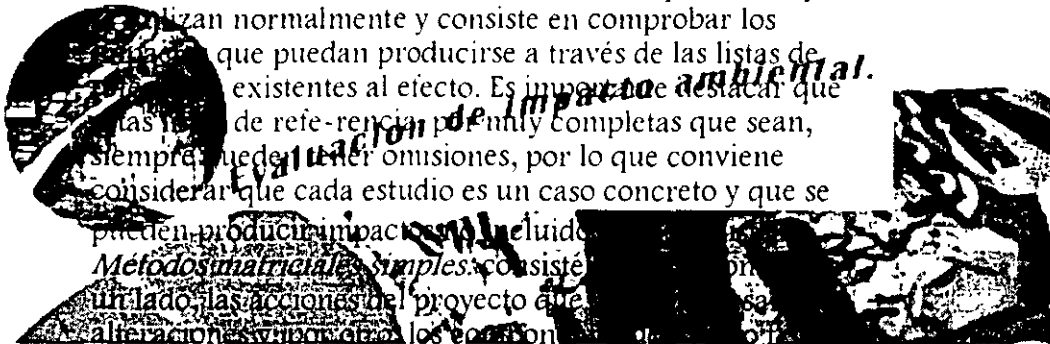
En la mayoría de los casos estos criterios de valoración de impactos suelen aplicarse de un modo cualitativo (p.e.: alto, medio, bajo), aunque en otros es posible llegar a una cuantificación.

● Métodos de evaluación.

Existe un amplio abanico de metodologías de evaluación, algunas derivadas de los estudios de ordenación del territorio y otras diseñadas específicamente para los Estudios de Impacto Ambiental. Estas metodologías van desde las más simples, en las que no se pretende evaluar numéricamente el impacto global que se produce, sino exponer los principales impactos, a otras más complejas en las que, a través de diferentes procesos de ponderación, se intenta dar una visión global de la magnitud del impacto.

Listas de revisión: este método es el más simple de los que se utilizan normalmente y consiste en comprobar los impactos que pueden producirse a través de las listas de revisión existentes al efecto. Es importante destacar que estas listas de referencia deben ser completas que sean, siempre, para evitar omisiones, por lo que conviene considerar que cada estudio es un caso concreto y que se pueden producir impactos no incluidos.

Métodos matriciales: Simple: consiste en relacionar, por un lado, las acciones del proyecto que pueden producir alteraciones y, por otro, los componentes del medio físico y social afectados. En su forma más simple, estas matrices sólo identifican impactos, aunque pueden complejizarse mediante los distintos criterios de valoración explicados



anteriormente. Asimismo, estas matrices pueden elaborarse con criterios gráficos, de modo que su visualización permita identificar de un modo rápido y claro los principales impactos y las acciones del proyecto que los producen.

Superposición de transparencias: ha sido aplicado principalmente a los estudios de ordenación territorial, aunque también es utilizable en los Estudios de Impacto Ambiental. Consiste en superponer, sobre un mapa del área de estudio, transparencias coloreadas que indiquen el grado de impacto para determinados factores. Este método tiene la ventaja de la representación espacial de los impactos; su eficacia puede aumentarse mediante el uso de ordenadores con entradas y salidas gráficas.

Métodos matriciales complejos: estas matrices causa-efecto son similares a las expuestas anteriormente, y también en ellas se establecen criterios de valoración de los impactos. La más conocida es la de Leopold.

Existen otros modelos que permiten evaluar la magnitud de un impacto como:

- Modelos de difusión y dispersión atmosférica.
- Modelos de difusión y dispersión de efluentes líquidos.
- Modelos de auto depuración de aguas.
- Modelos de indicadores de tolerancia o sensibilidad de ecosistemas.
- Modelos de valoración de elementos de apreciación objetiva.
- Modelos de indicadores sociales y económicos.

Si bien algunos de estos métodos están desarrollados de manera exhaustiva en la guía que acompaña a estos materiales, a continuación describiremos brevemente en qué consisten cuatro de los métodos de evaluación de impacto muy utilizados, ellos son la Matriz de Leopold, las Redes de Interacción, la Superposición de Transparencias y el Sistema de Battelle - Columbus.

4.1. Matriz de Leopold Ambiental

Esta metodología indica la construcción de una cuadrícula con una fila horizontal de actividades de un proyecto y una serie de columnas donde se colocan los factores

cuantitativo del impacto. Permite sin embargo, estimar la importancia y magnitud de ese impacto con la ayuda de un grupo de expertos y otros profesionales implicados en el proyecto. La matriz propone un listado de 100 acciones de

un proyecto que pueden causar impactos ambientales, las que se contraponen a otro listado de 88 características ambientales relevantes. Esta combinación produce una matriz con 8800 casilleros de interacciones posibles. En cada casillero, a su vez se distingue entre magni

Capítulo 4

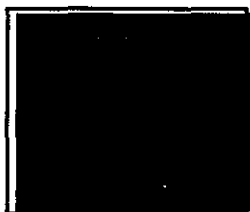
Evaluación de impactos.

tud e importancia del efecto, a través de una escala que va de uno a diez. Todo esto produce un total de 17.600 números a ser interpretados. Debido a la evidente dificultad de manejar tal cantidad de información, a menudo se la utiliza en forma parcial o segmentada, restringiendo el análisis a los efectos considerados de mayor importancia

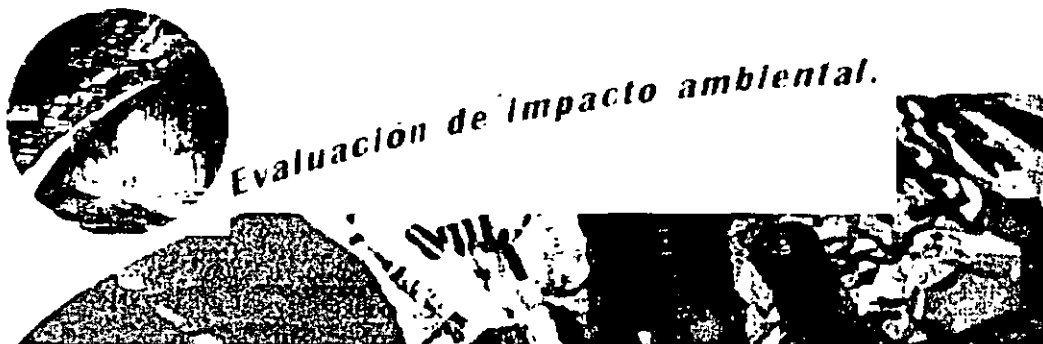
En el título 7 desarrollamos un ejemplo de utilización de una matriz reducida.

En la construcción de una matriz de Leopold se siguen una serie de pasos que se describen a continuación

- Selección de todas las acciones (ubicadas horizontalmente) que forman parte del proyecto en estudio.
- Para cada acción del proyecto previamente identificada, se coloca una línea diagonal en el casillero de intersección con cada característica ambiental donde es posible un impacto. Esta división del casillero en dos áreas tiene por objeto separar la evaluación de la magnitud, de la importancia del impacto. Los casilleros que permanecen vacíos revelan que no hay impacto
- Habiéndose completado la matriz, en el extremo superior izquierdo de cada casillero con diagonal, (m) se estima la magnitud del impacto con una nota de 1 a 10. Se entiende que 10 representa el mayor impacto y 1 el menor. Delante de cada valor, se coloca un signo + si el impacto es positivo
- En el extremo inferior derecho de cada casillero con diagonal, (i) se coloca una nota de 1 a 10 para calificar la importancia del posible impacto, con 10 como valor mayor y 1 como menor



- El informe de la matriz consiste en una discusión acerca del significado de estos impactos, señalando los casilleros con valores mayores, así como las columnas y filas con mayor número de impactos identificados



4.2. Redes de interacción.

Este método trata de relacionar de un modo gráfico las causas con los efectos primarios, secundarios y de otros órdenes. Las dos condiciones para incluir un eslabón en la cadena son cuestionar la probabilidad y la importancia de que se produzca esta condición de cambio. Como columnas finales de este método se suelen incluir la importancia de los efectos finales y las medidas correctoras.

Esta técnica es útil porque pone de relieve la interacción entre los distintos componentes, aunque en proyectos grandes suele ser excesivamente compleja y difícil de visualizar.

4.3. Superposición de transparencias.

Se trata de superponer sobre un mapa del área en estudio, una serie de transparencias de la misma zona donde se marcan con códigos de color y símbolos los grados de impacto previsible de cada subzona. Cada transparencia se dedica a un factor ambiental y la gradación de tonos de color puede ser utilizada para dar idea de la mayor o menor magnitud del impacto.

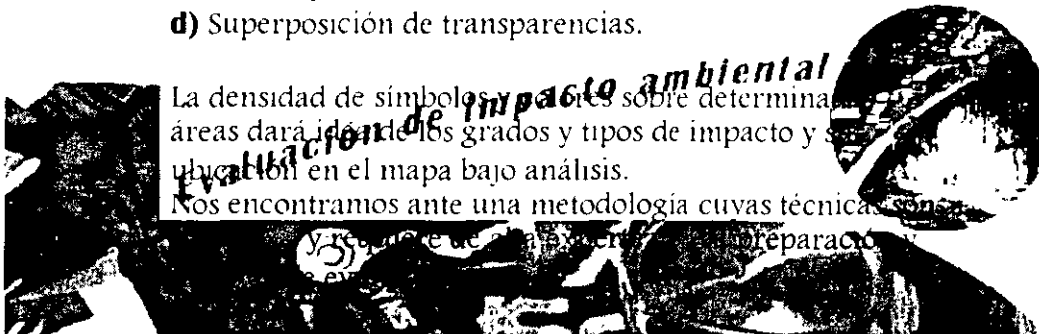
Metodológicamente se opera según:

- a)** División del área de estudio en unidades homogéneas.
- b)** Recogida y análisis de datos de cada unidad.
- c)** Elaboración de transparencias para cada factor ambiental y cada alternativa.
- d)** Superposición de transparencias.

La densidad de símbolos sobre determinadas áreas dará idea de los grados y tipos de impacto y su ubicación en el mapa bajo análisis.

Nos encontramos ante una metodología cuyas técnicas son:

y reparación de daños en reparación



Capítulo 4 Evaluación de impactos.

4.4. Sistema de Battelle - Columbus.

Este sistema de evaluación de Battelle (la lista de escala y pesos más conocida), fue elaborado por los Laboratorios de Battelle - Columbus, por encargo de la Oficina de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (EUA/EPA), y se centró principalmente en la planificación de la gestión de recursos de agua pero es aplicable a muchos otros proyectos con la misma eficacia. Se desarrolló para evaluar todos los impactos ambientales asociados a la ejecución de un proyecto o para comparar diversas alternativas de proyectos a través de índices cuantitativos.

Esta técnica consiste en la selección de 78 "parámetros cuantitativos considerados los más importantes y susceptibles de ser afectados por el proyecto". Estos parámetros se tipifican según 18 "componentes ambientales" y se agrupan en 4 "categorías ambientales".

Los criterios para la selección de los parámetros son:

- que representen la calidad ambiental,
- que sean fácilmente medibles,
- que estén afectados por el proyecto,
- que pueda predecirse y evaluarse el impacto sobre ellos.

Para operar con esta técnica se asigna a los parámetros una Unidad de Impacto Ambiental (UIA), dando a los datos una equivalencia en índice de calidad ambiental y ponderando la importancia relativa del parámetro dentro del ambiente. El cálculo de las UIA se obtiene como resultado de multiplicar el índice de calidad ambiental (CA), que varía

entre 0 y 1, (según sea pésimo u óptimo) por la ponderación que le haya correspondido según la importancia dentro del sistema global de impacto ambiental.

La fórmula para el cálculo de la UIA es:

$$UIA = CA \times IIP$$

Estas unidades se calculan en situación de campo con el fin de determinar el efecto neto producido por el proyecto. Entre las ventajas en este sistema está la posibilidad de implementación y la posibilidad de identificar puntos críticos en los que deben emprenderse los estudios a fin de minimizar los efectos negativos del proyecto.

Capítulo



Evaluación de impacto ambiental



5. Medidas de mitigación.

Las medidas preventivas o correctoras para reducir o eliminar los impactos generados por un determinado proyecto parten de la premisa que siempre es mejor no producirlos que establecer su medida correctora. En efecto, las medidas correctoras suponen un coste adicional que, aunque en comparación con el importe global del proyecto suele ser bajo, puede evitarse si no se produce el impacto, a esto hay que añadir que en la mayoría de los casos las medidas correctoras solamente eliminan una parte de la alteración.

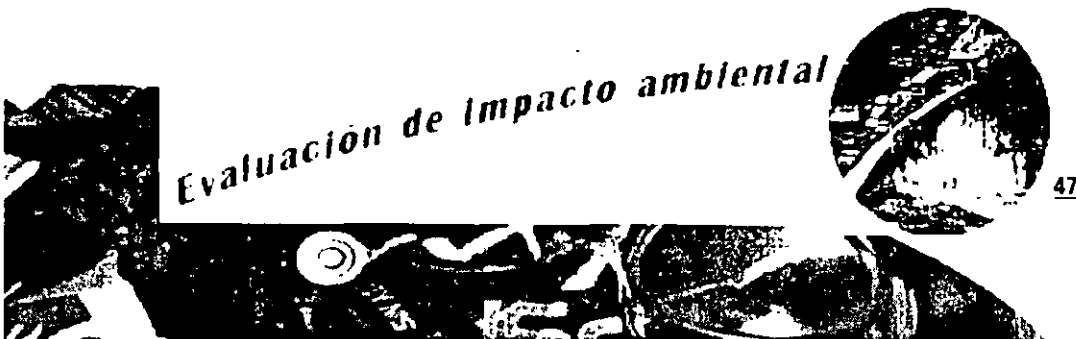
Por otro lado, ya se ha destacado que parte de los impactos pueden reducirse en gran medida con un diseño adecuado del proyecto desde el punto de vista medioambiental y un cuidado durante la fase de obras. Con las medidas correctoras este aspecto es igualmente importante, puesto que su aplicabilidad va a depender de detalles del proyecto, tales como el acabado final de los movimientos de tierras, colocación de los residuos, cierre y sellado del vertedero.

De esto se desprende que las medidas de mitigación consisten en la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra y/o acción tendientes a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las etapas de ejecución de un proyecto, además de mejorar la calidad ambiental.

En este sentido conviene destacar la conveniencia de realizar las medidas correctoras lo antes posible a fin de evitar impactos secundarios no deseables como podría ser la erosión de taludes descubiertos de vegetación.

Una vez detectados los impactos adversos, han de ser analizados con el fin de conseguir que no violen normas, criterios o políticas de protección y conservación del medio ambiente en vigencia, para lo cual deben establecerse medidas de mitigación antes de que se apruebe la concreción del proyecto a ejecutar.

Estas medidas de mitigación no deben ser consideradas como un simple requisito adicional resultante del proceso de la Es 1 A, sino como una parte integrante del ciclo de vida del proyecto, elaboración, ejecución y terminación.



Capítulo 5 Medidas de mitigación.

5.1. Alternativas.

En un principio podemos establecer como medidas de mitigación las siguientes acciones:

- *Evitar* el impacto a través de la suspensión de parte o de todo el proyecto. Para esto, se requiere impedir durante todo el ciclo del proyecto la realización de actividades que puedan derivar en impactos adversos.
- *Minimizar* los impactos delimitando la magnitud del proyecto. Ello implica restringir el grado, la extensión, magnitud o duración del impacto negativo.
- *Rectificar* el impacto a través de reparar, rehabilitar o restaurar el ambiente afectado.
- *Preservar* de acciones que puedan afectar adversamente un recurso o atributo ambiental.
- *Restaurar* el recurso afectado, a su estado inicial. Este podría considerarse el caso extremo de la rectificación o rehabilitación.
- *Eliminar* o reducir el impacto a través del tiempo, por la implementación de medidas de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.
- *Compensar* el impacto producido por el remplazo o sustitución de los recursos afectados.

Este último planteamiento se considera limitado y es el menos recomendable ya que su enfoque va dirigido únicamente a disminuir la severidad de los impactos adversos, pero la tendencia es no solo disminuir los impactos adversos sino no producirlos.

48

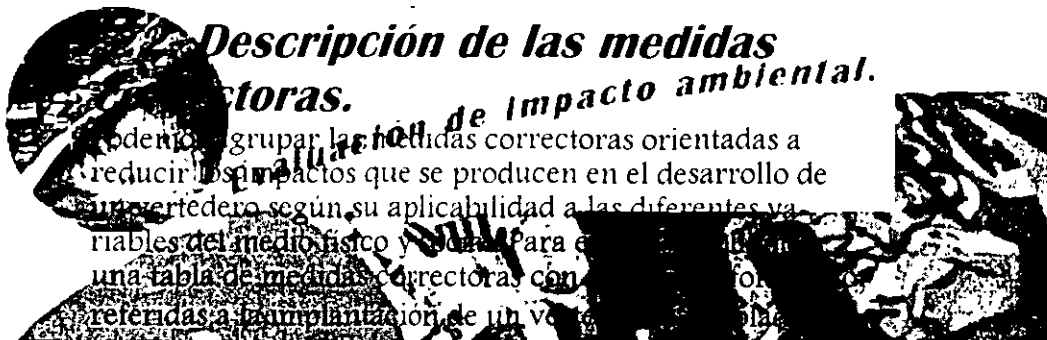
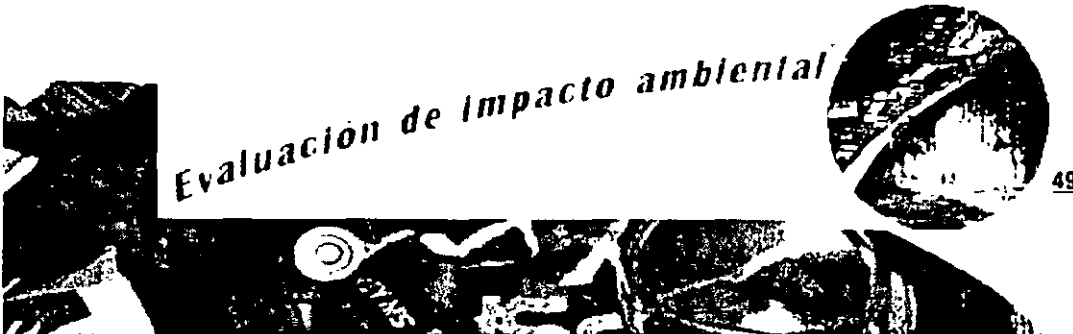
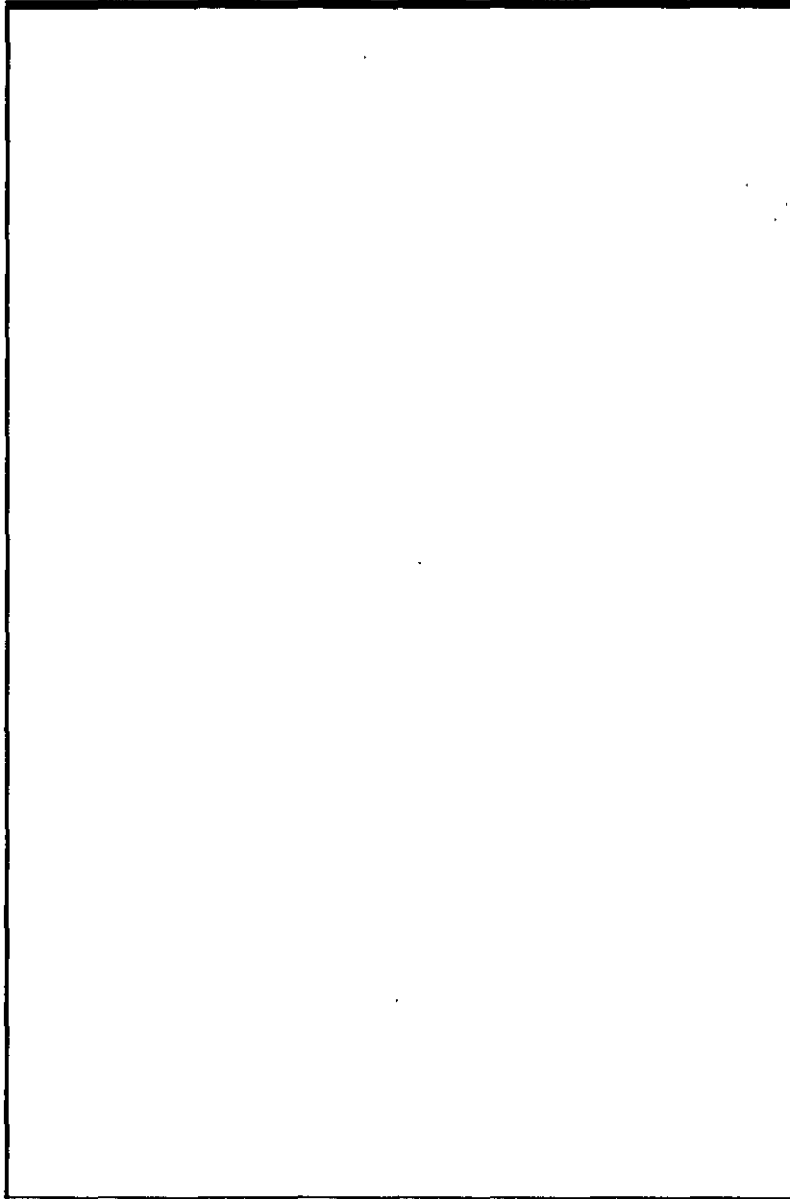


Tabla N° 4: Descripción de medidas correctoras para diferentes alteraciones.

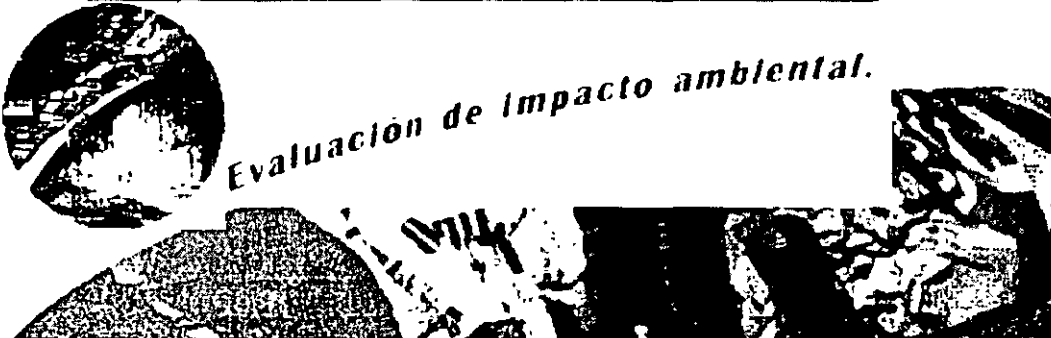


Capítulo 5

Medidas de mitigación.



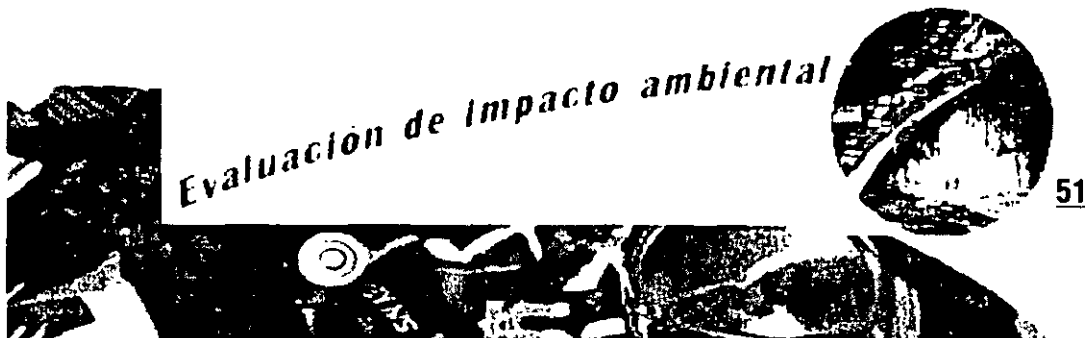
50



Sobre los impactos positivos.

Los impactos positivos son aquellos factores del entorno natural, social, económico y cultural, que debido a la implantación de la actividad han mejorado. Para mantener esto, se pueden realizar las siguientes actividades sobre los mismos con el objetivo de maximizarlos:

- a)** Mejorar: Incrementar la capacidad de un recurso existente con respecto a sus funciones ambientales. Utilizando una amplia gama de acciones técnicas para el diseño y la administración del mismo.
- b)** Aumentar: Incrementar el área o tamaño del recurso ambiental existente.
- c)** Desarrollar: Crear recursos ambientales específicos en un área donde actualmente están ausentes.
- d)** Diversificar: Incrementar la mezcla o diversidad de hábitats, especies, u otros recursos ambientales en un área circunscrita.



Capítulo



en la selección del lugar de vertido.



6. Ejemplo de utilización de matriz de Leopold en la selección del lugar de vertido.⁴

Un municipio situado en la costa, tiene tres posibles lugares de ubicación para el vertido de sus residuos. Lugares denominados como I, II, III, de los que se ha recogido la siguiente información

El lugar I se encuentra en terrenos permeables, existen pozos de agua, hay zonas arboladas, cultivos cercanos, comunicaciones aceptables

Atento a estas características se elabora una matriz de Leopold reducida que queda determinada de la siguiente forma:

Como se observa, se han determinado las acciones que pueden causar efectos ambientales y los factores ambientales susceptibles de verse afectados.

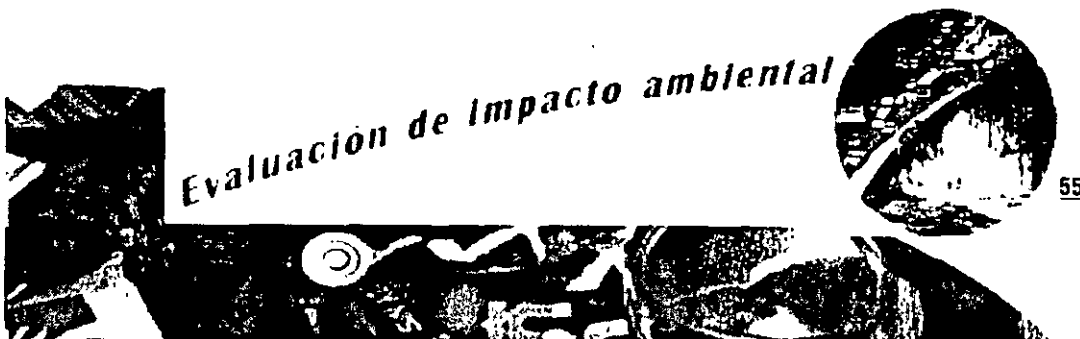
Las acciones determinadas han sido:

Alteración de la cubierta terrestre
 Alteración de la hidrología.
 Alteración del drenaje.
 Construcción de carreteras y caminos
 Construcción de barreras y vallado
 Alteración del paisaje
 Tráfico de camiones
 Vertido de residuos municipales.

Los factores ambientales detectados han sido.

Agua:
 Continentales.
 Marinas.
 Subterráneas
 Calidad
 Atmósfera
 Flora.
 Fauna
 Usos del territorio
 Recreativos
 Servicios.
 Relaciones e infraestructura

⁴ Ejemplo desarrollado por la profesora María Teresa Leteban Kolea en el curso CIA, desarrollado en Luján



Capítulo 6

Ejemplo de utilización de matriz de Leopold

Con estas acciones y factores, se construyen las tres matrices correspondientes.

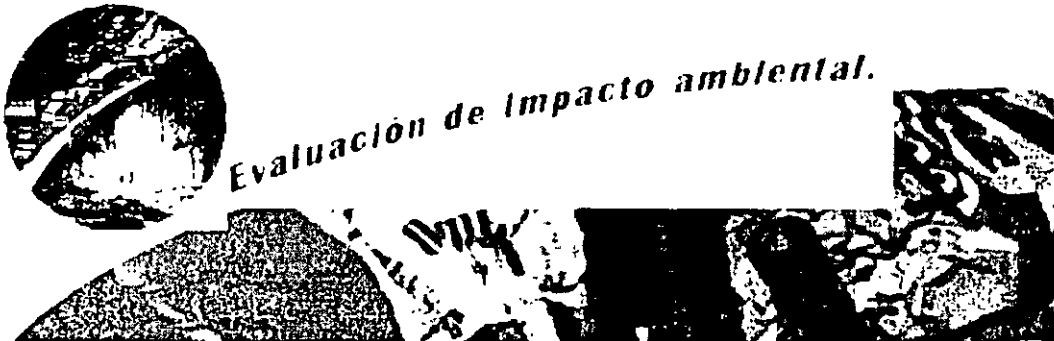
Respecto de los factores ambientales con mayores impactos podemos ver, en la alternativa *Lugar 1*, en la fila de las aguas subterráneas, las columnas de alteración del drenaje (con 6 en magnitud y 8 en importancia) y vertido de residuos municipales (con magnitud e importancia de 7 en una escala de 1 a diez), en la fila de calidad del agua las acciones mas impactantes están en las mismas columnas mencionadas anteriormente, alteración del drenaje y vertido de residuos municipales, con magnitud e importancia de 7 en una escala de uno a diez.

Estos antecedentes permiten estimar un comportamiento de las variables bajo análisis que se expresa en la siguiente matriz:

MATRIZ LEOPOLD REDUCIDA		ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES			
		MODIFICACION DEL REGIMEN DEL RIEGO	TRANSF DEL TERRITORIO Y DEL TRAFICO	ALTER DEL TRAFICO	CAMBIO SIT. Y TRAT
LUGAR I		ALTERACION DEL REGIMEN DEL RIEGO	CONSTRUCCION DE CAMINOS Y VIALIDAD	ALTERACION DEL TRAFICO	RESIDUOS MUNICIPALES
FACTORES AMBIENTALES	CONTINENTALES				
	MARINAS				
	SUBTERRANEAS	6			7
	CALIDAD	7			7
ATM	CALIDAD				
CONDICIONES SOCIALES	ARBOLES				
	COSECHAS				
FAUNA	ANIMALES				
FACTORES CULTURALES	ESP AB SALV				
	AGRICULTURA				
	Z RESIDENC				
RECREACION	CAMPING				
	EXCURS TUR				
SERVICIOS	RED DE TRANS				
INFRAESTRUCTURA	ELIMINAC DE				
RELACIONES SOCIALES	VECT ENF INSECTOS				

— IMPACTOS NEGATIVOS
— IMPACTOS POSITIVOS

Evaluación de Impacto ambiental.



A partir de la determinación de acciones o actividades del proyecto, se observan los impactos ambientales. En este caso hay acciones que no inciden ni positiva ni negativamente sobre los factores ambientales de agua continental y marina, ya que atento a las consideraciones dadas en el enunciado sobre la ubicación de esta opción, no se encuentra cercanía de este tipo de aguas, por ello en los respectivos casilleros no hay marcaciones. Si se deben considerar las aguas subterráneas y su calidad puesto que el vertido de residuos, afecta a estos factores, lo hace de forma negativa, de ahí, que el cuadro de intersección en estos casos sea de color gris. Otra metodología seguida por muchos autores es colocar un signo delante del cuadro indicando si el impacto es considerado como positivo (+) o negativo (-).

Si continuamos analizando la acción del vertido de los residuos, veremos que también afecta el factor atmosférico (vertido produce olores), al igual que flora y fauna, ya que en el enunciado especifican que se trata de un lugar donde existen cultivos cercanos y es zona arbolada, lógicamente también afectará por ello a los usos del suelo y todo de forma negativa (color gris).

Igual incidencia tendrá sobre los factores recreativos afectando de forma negativa en el turismo y excursión.

Por otra parte podemos deducir que el vertido de residuos en rellenos sanitarios, supone una acción positiva en cuanto a la eliminación de residuos de la urbe, y sobre la creación de una red de transportes, de allí que estas intersecciones han sido consideradas como positivas en los respectivos factores y por lo tanto coloreadas de negro.

Una vez identificados los impactos de las acciones sobre los factores ambientales y analizado si son positivos o negativos, colocamos una diagonal en cada casilla, la cual determina dos triángulos, en el triángulo de la izquierda se coloca la magnitud del impacto y en el derecho la importancia ambiental dada a este impacto.

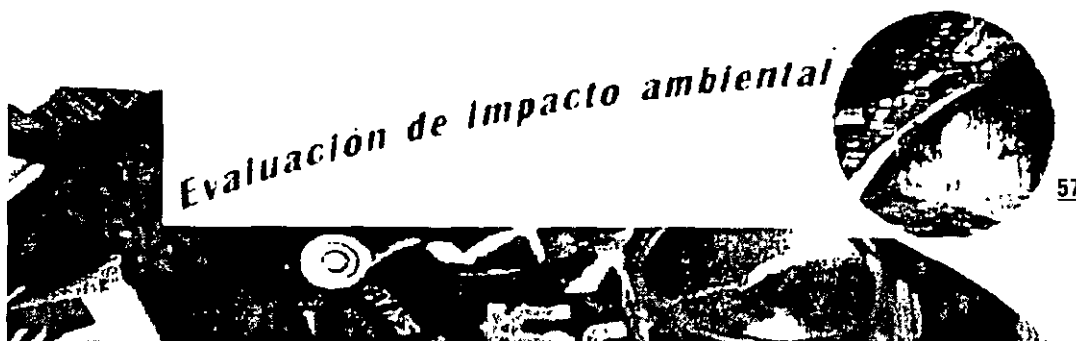
En el análisis del vertido de los residuos sobre las aguas subterráneas, estimamos un impacto negativo del orden de 7 (recordamos que valoramos de 1 a 10, siendo 1 el menor). Esto indica que debido a la existencia de aguas subterráneas en el lugar (pozos), se considera que el impacto, en caso de producirse, alcanzaría una magnitud alta (7).

La importancia de la contaminación de las aguas tiene una gran incidencia pues existen cultivos, zonas arborícolas, pozos de aguas servidas, con lo que también la hemos valorado con una importancia de 7.

De igual forma se ha ido valorando cada una de las intersecciones llegando a configurar cada una de las tres matrices reflejadas.

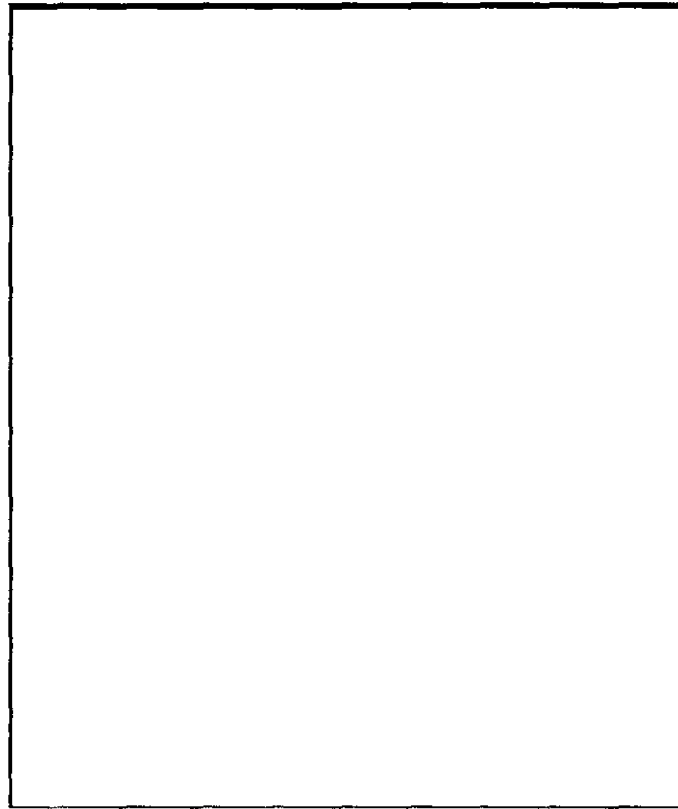
A los efectos de simplificar el análisis, se han evaluado con números únicamente los más importantes, indicándose simplemente los demás.

El lugar II, se encuentra en terrenos permeables, cercano al mar y sometido a fuertes escorrentías. Existe una urbanización a 300 metros del punto elegido. El acceso está en mal estado. Por la proximidad de la urbanización existe la posibilidad de olores y ruido para sus habitantes.



Capítulo 6

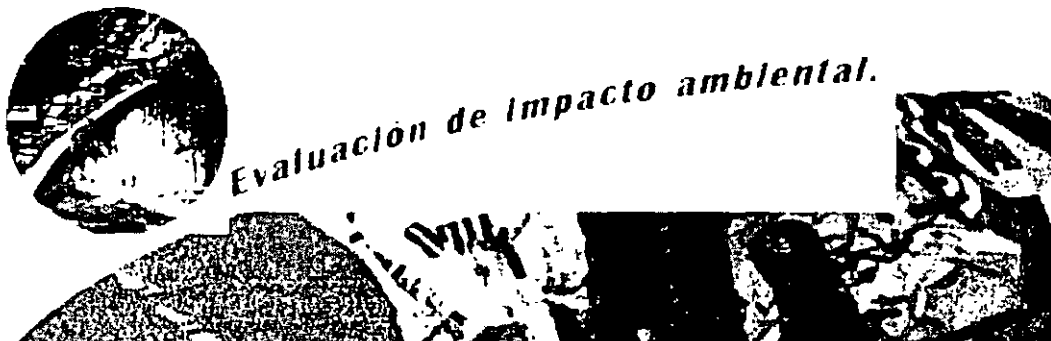
Ejemplo de utilización de matriz de Leopold



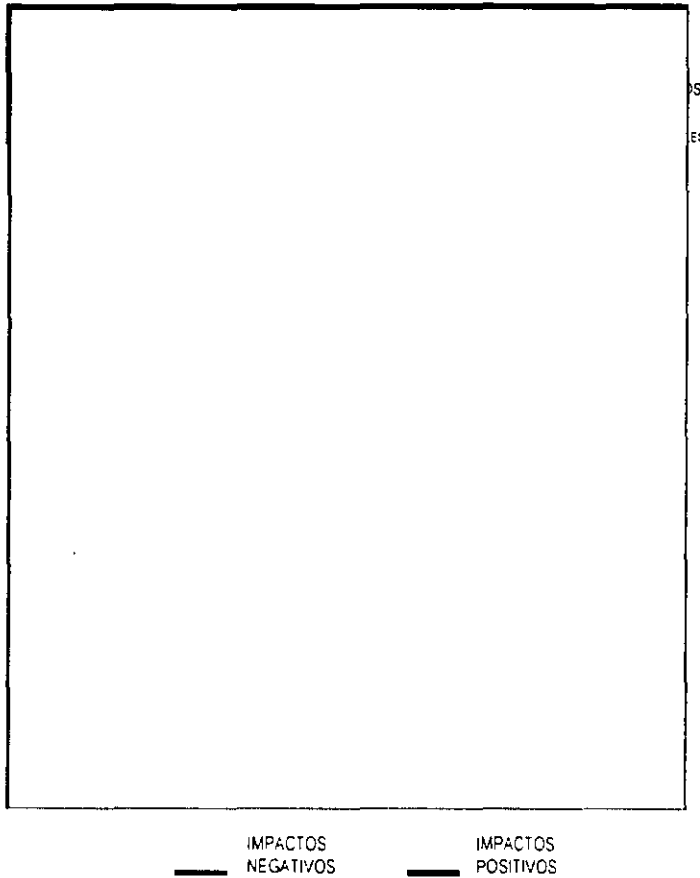
 IMPACTOS NEGATIVOS
  IMPACTOS POSITIVOS

Para esta alternativa de localización Lugar II, los principales factores afectados son aguas marinas y calidad del agua, donde los impactos mas relevantes estan en la columna de vertido de residuos municipales con importancia y magnitud de un nivel 5 y en la fila de factores culturales, uso del territorio, zona residencial, para la columna cambios de trafico, camiones, con importancia y magnitud igual a 7

El lugar III, se encuentra en terrenos poco permeables, alejados de la poblacion, con comunicaciones buenas, existen montones bajos de hierbas. La zona es un espacio abierto que acoge a excursionistas

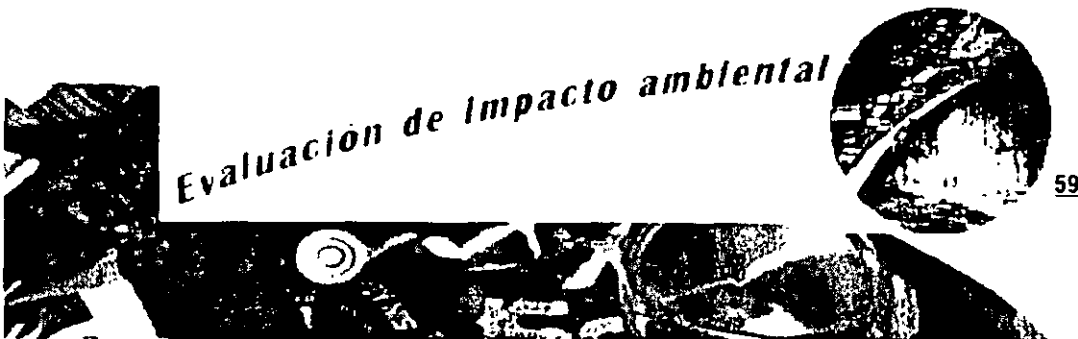


Estas características permiten elaborar una matriz como la siguiente:



En esta vemos que los impactos negativos en general son menos y que el valor que asumen tampoco es tan alto. El mayor estaría en la zona de camping por el vertido de residuos

Realizando una evaluación cualitativa de las tres alternativas de localización presentadas con sus impactos y magnitudes, podemos observar lo siguiente:



Capítulo 6

Ejemplo de utilización de matriz de Leopold

Respecto de los factores ambientales con mayores impactos en la alternativa Lugar I, podemos ver que en la fila de las aguas subterráneas, columnas de alteración del drenaje (con 6 en magnitud y 8 en importancia) y vertido de residuos municipales (con magnitud e importancia de 7) son las más impactadas. También para la fila de calidad del agua las acciones más impactantes están en las mismas columnas mencionadas anteriormente, alteración del drenaje y vertido de residuos municipales, con magnitud e importancia de 7 en una escala de uno a diez.

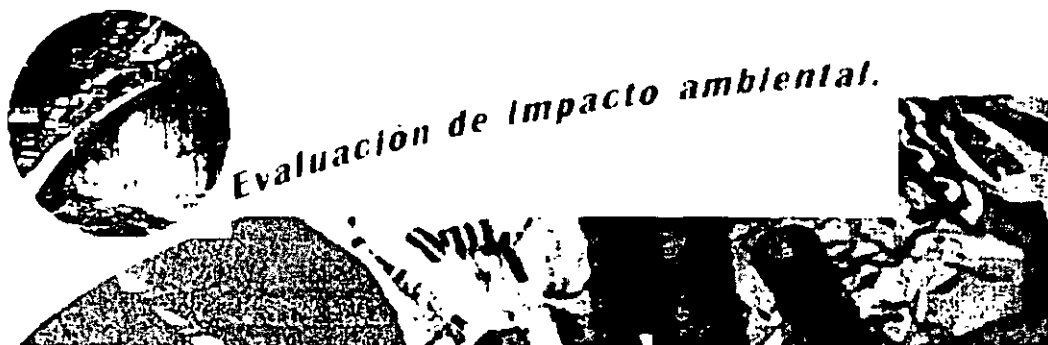
Para la segunda alternativa Lugar II, los factores más impactados son aguas marinas y calidad del agua, donde los impactos más relevantes están en la columna de vertido de residuos municipales con importancia y magnitud de un nivel 5 y en la fila de factores culturales, uso del territorio, zona residencial, para la columna cambios de tráfico, camiones, con importancia y magnitud igual a 7.

En la tercera alternativa vemos que los impactos son inexistentes para los factores considerados en las otras alternativas siendo el más importante el de la fila de áreas recreativas, camping, con valores de 5 para magnitud e importancia.

Comparando las cuadrículas correspondientes de las tres matrices (ejemplo alteración hidrogeología-agua subterránea) se identifica inmediatamente aquel emplazamiento con un grado de impacto mayor sobre las aguas subterráneas.

De la evaluación final de las tres matrices reducidas I, II, III, se define que el impacto más ACEPTABLE es el que produce el lugar de vertido número III, la mejor de las alternativas presentadas.

La presentación anterior no es exhaustiva, pero, cumple con la función de dar una guía respecto de los análisis que pudieran hacerse, también debe incluirse una recomendación desde el punto de vista del ambiente donde se producen aspectos positivos.





Glosario

- **Cambios microclimáticos:**

Cambios que se producen en un clima específico perteneciente a una zona determinada. Ejemplo. de la ciudad.

- **Cobertura edáfica**

Cobertura perteneciente al suelo, en lo que respecta a las plantas

- **Escorrentia:**

Corriente de agua de lluvia que discurre por la superficie del terreno

- **Medio físico abiótico:**

Lugar donde no es posible la vida.

- **Medio físico biótico:**

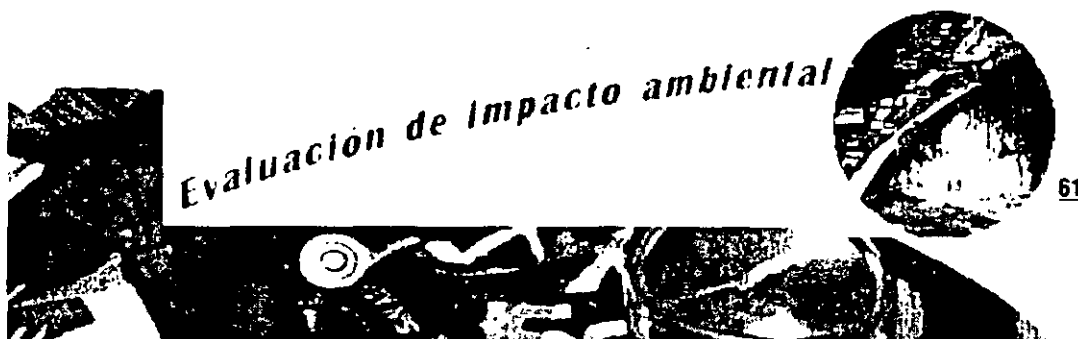
Lugar donde se desarrolla la vida vegetal y animal de una región

- **Monitorear**

Conjunto de actividades cuyos objetivos están dirigidos a controlar diversos procesos que integran un proyecto o una línea de trabajo

- **Nivel freático:**

Nivel perteneciente al subsuelo, que marca las aguas acumuladas en el mismo



Glosario

- *Procesos termófilos:*

Procesos químicos que se realizan a altas temperaturas

- *Redes tróficas:*

Redes pertenecientes a las cadenas alimentarias de los seres vivos.

- *Sector primario:*

Integra aquellas actividades económicas desarrolladas en la agricultura, ganadería, pesca, caza.

- *Sector secundario:*

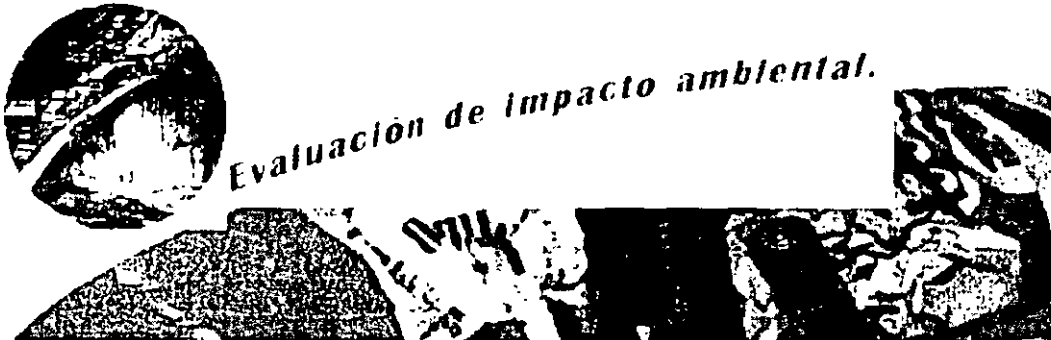
Integra las actividades transformadoras, industria, construcción, producción de energía.

- *Sector terciario:*

Es el denominado sector de servicios y se caracteriza por una producción cuyo resultado final no es un producto físico, agrupa actividades de transporte, comercio, administración, bancos, educación, etc

- *Vaguada:*

Línea que marca la parte más honda de un valle, y es el camino por donde circulan las corrientes naturales





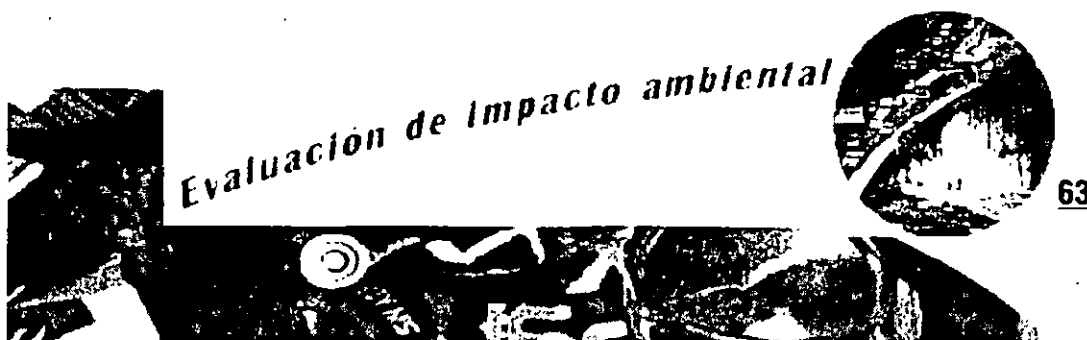
Bibliografía

En Red de Educación a Distancia:

- Naciones Unidas. Comisión Económica para A.L.C. (CEPAL). Evaluaciones del Impacto Ambiental en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 1991.

En Biblioteca:

- Ministerio de Medio Ambiente, Secretaría General. Guía metodológica de estudio de impacto ambiental. Madrid (España). 1996.
- Naciones Unidas. Comisión Económica para A.L.C. (CEPAL). Evaluaciones del Impacto Ambiental en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 1991.
- Publiteca S.A. Revista Técnica de Medio Ambiente (RETEMA). Evaluación de Impacto Ambiental. Montevideo (Uruguay). 1996
- Secretaría de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente. MOPU. Gestión de Residuos Sólidos. Madrid (España). 1982.
- Weitzenfeld, Henyk. Manual Básico sobre Evaluación del Impacto en el Ambiente y la Salud. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. División de Salud y Medio Ambiente. Organización Mundial de la Salud. Metepec. Estado de México. México. 1996.





Actividades de Aprendizaje

1. Trabajo con Módulo y Guía

1. Indique por qué los factores que se nombran a continuación son necesarios tener en cuenta para el Es. I. A. de un vertedero. Señale qué aspectos de estos factores se deben considerar.

- * Ruido de vehículos recolectores en la descarga de los residuos en el vertedero
- * Aguas superficiales y subterráneas en la zona en que se ubica el vertedero.
- * La obtención de material de cobertura.
- * Cercanía de núcleos de población

2. Indique qué elementos del medio son afectados por el movimiento de tierras en la ejecución y explotación de un vertedero y que tipo de alteraciones produce tal movimiento

3. De que manera puede afectar la disposición de residuos sólidos en el suelo, si ésta se efectúa sin ningún tipo de control.

4. Cuáles son las implicancias en la salud de la población, por una inadecuada disposición de residuos y cuáles son los grupos sujetos a riesgos. Especifique los tipos de riesgos

5. ¿Como afecta el paso de un vehículo de transporte de residuos a las viviendas que se encuentran asentadas cerca de la vía de acceso que conduce al vertedero y cuáles serían las medidas de mitigación para atenuar o eliminar este impacto?



Actividades de Aprendizaje

II. Pautas para recopilación de información

a. En el vertedero que actualmente está en funcionamiento en su zona de residencia, indique los datos referidos a:

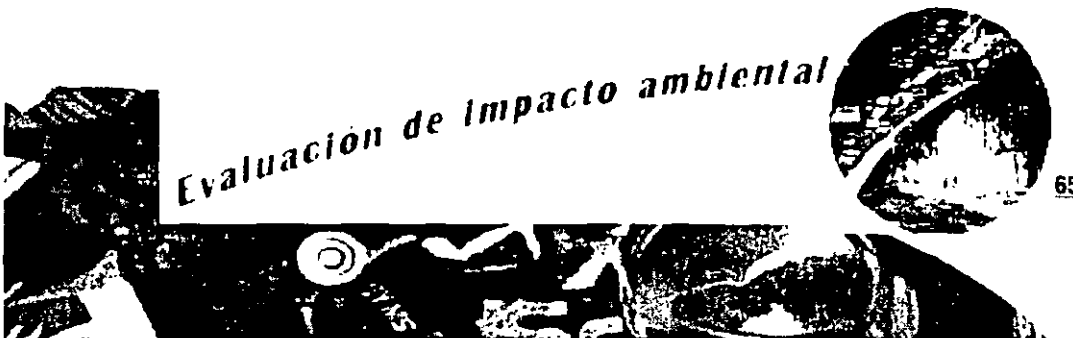
- Existencia de pozos de abastecimiento de agua.
- Climatología.
- Disponibilidad de material de cobertura de residuos
- Riesgos potenciales (inundabilidad, erosión, etc.)
- Condiciones topográficas
- Flora y fauna.
- Paisaje
- Disponibilidad de servicios (agua, energía eléctrica, teléfono, etc.).

b. Realice un diagnóstico del vertedero que usted analiza, indicando los factores que según su observación están causando contaminación del medio

A continuación, le brindamos algunas alternativas para tener en cuenta, recordándole que no son las únicas, por lo cual usted puede encontrar distintas variantes

- Falta de cobertura diaria de los residuos sólidos
- Ausencia de control de ingreso de residuos al vertedero
- Inexistencia de un frente de obra claro.
- Deficiente compactación de los residuos una vez colocados en el vertedero.
- Existencia de residuos industriales, hospitalarios, comerciales, etc
- Presencia de vectores sanitarios.
- Presencia de personas ajenas al servicio de operación en el vertedero, manipulando los residuos sólidos.
- Inadecuados caminos de acceso al vertedero

c. Luego de haber analizado las cuestiones ya trabajadas, indique medidas de mitigación para los factores antes indicados como causantes de impacto





Pistas de auto-evaluación

1. El ruido de vehículos recolectores en la descarga de residuos en el vertedero por ejemplo, puede producir distintos tipos de molestias en las poblaciones cercanas. Los líquidos percolados si no se controlan, pueden contaminar.
2. La extracción de material de cobertura implica un movimiento de tierras que afecta la geología y la geomorfología. ¿De qué manera influye sobre el paisaje, por ejemplo?
3. Los cursos de agua pueden resultar contaminados si hay manantiales próximos.
4. Reconocer los principales grupos sociales que por su proximidad con los residuos pueden verse afectados de diversas maneras.
5. Tener en cuenta elementos referidos a emanaciones, ruidos molestos y presencia de vectores, entre otros.

Definición de propuestas alternativas

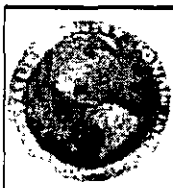
1. Suponiendo que el vertedero de su localidad ha finalizado su vida útil, y se ha efectuado el plan de cierre y sellado respectivo, realice de la misma forma que en el ejemplo del módulo, una evaluación. Puede hacerlo por medio de la matriz de Leopold con tres posibles ubicaciones reales del nuevo vertedero controlado, eligiendo razonadamente una de las alternativas.



MODULO CINCO



CEPAL-LPES



OPS



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CORDOBA



DEPARTAMENTO
EDUCACION A
DISTANCIA

Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios

*Red Latinoamericana y del Caribe
para la Capacitación y la Cooperación Técnica
Mediante la Educación a Distancia*

*Gestión Integral de
Residuos Sólidos
Municipales e
Impacto Ambiental*



3

INSTITUCIONES RESPONSABLES



Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES)

Coordinación: Edgar Ortegón



Organización Panamericana de la Salud (OPS)
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS)

Coordinación: Luiz Carlos R. Soares



Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) Argentina
Facultad de Ciencias Económicas (F.C.E.)

Coordinación: Dalmira Pensa



14

AUTORIA DE CONTENIDOS

Cepal-Ilpes:

**Marcel Szantó
Jaime Muñoz
Fernando Calvo**

OPS-Cepis:

**Francisco Zepeda
Alvaro Cantanhede
Guido Acurio**

U.N.C.:

Teresa Civalero



5

DISEÑO Y DESARROLLO DE MATERIALES PARA LA MODALIDAD A DISTANCIA

Departamento de Educación a Distancia-F.C.E.-U.N.C.

Dirección.
Hada Graziela Juárez J. de Perona

Coordinación General.
Dalmira Pensa

Coordinación Pedagógica y Evaluación.
Adela Corta
Marcela Sosa

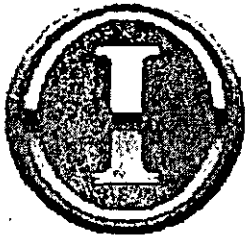
Arte y Diagramación:
Santiago Druetta
Abel Tomasino

Equipo de Apoyo Pedagógico:
Gabriela Sabulsky
María Helena Sardi
Paola Roldán
Nancy Castellano
Joel Armando
Daniela Reynoso

Secretaría Técnica de Educación a Distancia en
ILPES - CEPAL, a cargo de.

Alejandra Naser (anaser@eclac.cl)
María Angelica Pacheco (mpacheco@eclac.cl)





Indice

Objetivos 9

Introducción 10

Capítulo 1: Aspectos institucionales y de gestión de RSU 13

Capítulo 2: Alternativas de gestión e interacción 39

Capítulo 3: Participación y educación del público. 53

Bibliografía. 67

Actividades de Aprendizaje. 68

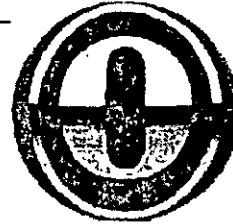
Pistas de autoevaluación. 70

Anexo 1: Resumen del plan de manejo ciudad de Antofagasta (Chile). 71

Anexo 2: Proyecto piloto de educación ambiental. Arica (Chile). 103

Anexo 3. Propuesta municipal de licitación. Maldonado (Uruguay) 127

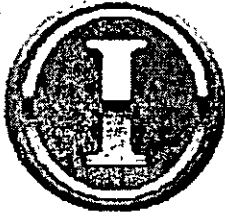




Objetivos

- Identificar las ventajas de un enfoque sistémico, activo, integral y participativo, en el manejo de los residuos domiciliarios.
- Reconocer la necesidad de un plan o estrategia correctamente elaborado y sus principales componentes.
- Identificar las opciones a tener en cuenta para promover una activa participación de la comunidad en el manejo de los Residuos Sólidos Domiciliarios.
- Entender la importancia de un marco institucional apropiado para promover una solución acorde a las características de su medio.





Introducción

Por Gestión Integral de los residuos sólidos domiciliarios (R S D), entendemos la interacción dinámica entre actores que se desempeñan en los planos institucional, sectorial y regional, en busca de una solución eficiente y equitativa sobre el manejo de tales residuos

Los aspectos de institucionales y de gestión de los residuos sólidos urbanos tienen la máxima importancia en la ejecución de cualquier programa, plan o proyecto. Por muy bien diseñado que este un programa o proyecto de manejo integral de residuos, si no tiene los elementos necesarios de gestión no podrá ser llevado a cabo de manera satisfactoria. La mayoría de los especialistas y técnicos están de acuerdo en que el apropiado diseño de la gestión del proyecto tiene la misma importancia o más, que los aspectos técnicos.

Teniendo en cuenta las características y necesidades de la población, las instituciones responsables pueden optar por distintas modalidades de operación, esto implica muchas veces hacer una licitación pública procurando que la gestión sea transparente, eficiente y equitativa. Esto permite a quien administra los recursos, seleccionar la mejor alternativa de operación del sistema.

Otro aspecto a considerar es el tarifado que puede convertirse en un tema de bastante complejidad en términos de la política local, sin embargo, es posible prorratear costos y eximir de pagos a las familias de menores recursos.

Algunas veces resulta difícil decidir respecto de usar un nuevo plan de gestión o mantener el existente. Aquí conviene reconocer que el esfuerzo del planificador por buscar sistemas de comparación antes de aplicar un conjunto de acciones le permite optar por la alternativa más adecuada. Para ello, es posible utilizar matrices e indicadores que permitan comparar estas situaciones, lo cual le entregará mayor



Introducción

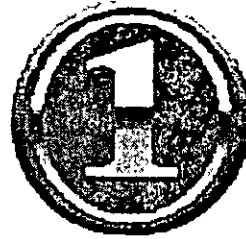
confianza en sus decisiones

La Planificación integral de la gestión de los residuos sólidos es un proceso que se cumple en fases iterativas y dinámicas y esta relacionada además, con la cadena de eliminación de ellos. El plan debe ser participativo, ya que el problema de los residuos sólidos está ligado con cuestiones ambientales que afectan directamente a la economía, a los hogares y a la comunidad en su conjunto. Por ello, preparar un buen programa de educación y participación del público permite mejorar la gestión al facilitar la aceptación por parte de la comunidad.

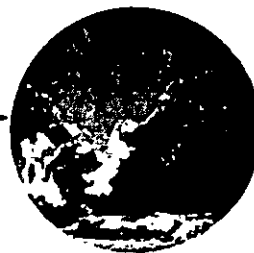
El módulo que aquí se presenta mostrará algunos elementos para confeccionar un plan integral, aborda la gestión integral de Residuos Sólidos Domiciliarios (R S D) entendida como la necesidad de considerar todas las acciones de diversa índole, en forma coherente, articulada y participativa en cuatro aspectos básicos: los aspectos centrales de un plan de manejo integral; los elementos de la participación y educación del público como una manera de ayudar a la gestión; los tipos de operación de los sistemas de manejo de los R S D , sus ventajas y desventajas e incluye un caso de propuesta pública de licitación de los servicios con todas sus particularidades. Finalmente, se entregan pautas metodológicas que permiten fijar tarifas para el cobro de servicios de aseo y una proposición para analizar los efectos de aplicar un tipo de acción sobre un sistema de manejo de R.S.D. en una localidad específica.



Capítulo



Capítulo de Historia de la Tierra



1. Aspectos institucionales y de gestión en el ámbito nacional o regional.

Un aspecto importante que hay que tener en cuenta en el diseño de un programa integral de residuos, es distinguir entre los diferentes niveles de gestión, nacional, estatal (ó departamental ó provincial) y local.

Los niveles de gestión nacionales y estatales tienen que ver principalmente con la formulación de políticas, planes y estrategias sectoriales, con los aspectos legislativos y de regulación, ambientales, institucionales, entre los más importantes.

Los aspectos de gestión de RSU en el ámbito local, tienen más que ver con la apropiada ejecución del proyecto técnico de manejo integral para una ciudad o grupo de ciudades, con la provisión de todos los elementos de decisión política legales, administrativos, socioculturales, financieros y de infraestructura de obras y equipos para lograr los objetivos, es decir la "gerencia" del sistema

En el ámbito nacional, o estatal, generalmente no existe una sola entidad, o cabeza del sector, responsable de todos los aspectos involucrados en el manejo de los residuos sólidos urbanos, sino que son muchas instituciones las que ven el problema desde un punto de vista muy particular. Entre las instituciones responsables con más relevancia se pueden citar

- El Ministerio del Ambiente o Consejos Nacionales del medio Ambiente, enfocan el problema desde el punto de vista normativo ambiental
- El Ministerio de Salud, como su nombre lo hace desde el punto de vista de la salud pública
- El Ministerio de Desarrollo Urbano, desde el punto de vista de las obras y servicios públicos
- Planeación y Presupuesto desde el punto de vista de las inversiones
- Las Superintendencias o Entes Reguladores desde el enfoque de las relaciones económicas y tarifarias



Otros actores involucrados en la temática son las Universidades, ONGs, Asociaciones de Profesionales, Cámaras de Industria y Comercio, Asociaciones de Prestadores de Servicios, Asociaciones de Municipios, Institutos de Fomento Municipal, Sindicatos Municipales, entre otros.

En este contexto, es necesario que en el ámbito nacional, o estatal o provincial si es el caso, exista una entidad o instancia coordinadora que dirija todos los esfuerzos hacia objetivos comunes consensuales, los que generalmente deberán contemplar los siguientes aspectos

- Elaborar un diagnóstico de la situación nacional con respecto al manejo de RSU y un sistema dinámico de información que permita conocer la situación permanentemente
- Fijar las políticas y estrategias.
- Elaborar un plan nacional con metas, en lo referente al manejo integral de RSU, es decir para la disposición final, recolección, reciclaje y minimización
- Determinar las actividades de apoyo necesarias para permitir la consecución del plan, identificando las necesidades de legislación, regulación y normatividad tanto ambientales como económicas
- Establecer los instrumentos financieros como ventanillas de créditos de preinversión e inversión en RSU, para los municipios
- Establecer planes de capacitación técnica, de educación sanitaria, de consultas a la ciudadanía y de participación comunitaria.

Lograr la coordinación antes mencionada no es sencillo ya que las diferentes instituciones creen tener la prioridad en el manejo del sector. En Latinoamérica, hasta donde se conoce, Chile, Colombia, México y Cuba tuvieron planes nacionales en las décadas de los 70s y los 80s, que tuvieron diferentes niveles de éxito en el ordenamiento y mejoramiento del sector. Chile, con el plan centralizado en el Ministerio de Salud, en 10 años logró importantes avances en las coberturas de recolección y de rellenos sanitarios o controlados. Cuba, con las acciones de coordinación también centradas en el Ministerio de Salud inicialmente, también logró importantes coberturas en sus servicios de recolección y disposición final, hasta 1995 en que la mayoría de los rellenos controlados colapsaron durante la crisis económica que hubo en el país.



A mediados de la década de los 90s la OPS, Banco Mundial, el BID y USAID, reunieron a un grupo de especialistas en residuos sólidos para diseñar una metodología que facilitara la realización de Análisis Sectoriales en el ámbito nacional o de una región de un país, que permitieran conocer de una manera ordenada la situación del manejo de los RSU y que identificaran las grandes líneas de acción necesarias para mejorar la situación

Esta guía se denominó *Lineamientos metodológicos para la realización de análisis sectoriales en residuos sólidos* y en ella se define como "sector" *al conjunto de instituciones y recursos existentes en el país o región, relacionados con los servicios de aseo urbano (limpieza de vías y áreas públicas, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos), lo que incluye el manejo de residuos sólidos domésticos, comerciales, industriales y hospitalarios, manejados formal o informalmente en las áreas urbanas y periurbanas de diferentes tamaños y complejidades*

Señala el documento que será objeto del análisis todo agente participante en el desempeño del sector, tales como entidades gubernamentales del sector público, organismos municipales y metropolitanos, sector privado (formal e informal), ONGs, universidades e institutos de investigación y de fomento, las instituciones financieras y las asociaciones de empresarios y de profesionales

Los análisis abordan el conocimiento y evaluación de todos los elementos componentes del sector, incluyendo su gestión y desempeño, principalmente en los siguientes aspectos:

- Cantidad, calidad, continuidad, cobertura y accesibilidad de los servicios, necesidades no satisfechas
- Factores que influyen en el desempeño y funciones de las instituciones
- Infraestructura física y gestión de los servicios que prestan las instituciones del sector
- Economía, finanzas y lo referente a otros campos tales como políticas, infraestructura, recursos disponibles y necesarios, etc
- Desarrollo institucional y recursos humanos disponibles
- Condiciones socioculturales de las comunidades atendidas y su relación y expectativas con respecto al sector
- Aspectos de salud con relación al sector
- Aspectos ambientales con relación al sector
- Marco legal del sector y leyes conexas



En los lineamientos metodológicos, a fin de ordenar el análisis, se proponen las siguientes áreas de evaluación

- 1 Características generales del país o región
- 2 Aspectos institucionales y marco legal
- 3 Infraestructura física y aspectos técnicos
- 4 Aspectos económico-financieros
- 5 Aspectos de salud
- 6 Aspectos ambientales
- 7 Aspectos socioculturales

Siguiendo esta metodología se han realizado análisis en varios países de América Latina y el Caribe, como Guatemala, Nicaragua, Chile, Uruguay, Perú, Cuba, Colombia, y Región Metropolitana del Valle de México

Basándose en estos análisis, una primera visión global permite decir que el Sector de Residuos Sólidos por lo general no está legitimado y que presenta algunos rasgos comunes en la gran mayoría de los países de América Latina. Las características típicas encontradas son

- No existe una instancia gubernamental de rango nacional, responsable del manejo de los residuos sólidos, normalmente la responsabilidad se encuentra dispersa en múltiples instituciones afines al Sector
- Existe un creciente proceso de participación del sector privado en el manejo de residuos sólidos
- En algunos países se empiezan a constituir entes nacionales reguladores del sector residuos sólidos
- El planeamiento y la formulación de políticas y estrategias sectoriales aun son incipientes
- El marco legal en muchos casos no es integral ni consistente y carece de instrumentos para facilitar el cumplimiento de estándares mínimos de calidad ambiental



- Los mecanismos de monitoreo, acopio y disseminación de información prácticamente son inexistentes.
- Las posibilidades de las instituciones vinculadas al sector residuos sólidos para acceder a créditos u otras modalidades de financiamiento son escasas

La participación de los organismos operadores o prestadores de los servicios relacionados con el Sector residuos sólidos, también se realiza en condiciones y modalidades con las siguientes limitaciones comunes

- Carencia de planes financieros y operacionales (planes maestros)
- Contratación de empresas privadas mediante esquemas contractuales inadecuados y/o bajo modalidades que sobrepasan la capacidad de monitoreo del contratante
- Dificultades de gerencia (personal, cobertura del servicio, supervisión de operaciones, financiamiento, etc)
- Problemas de recaudación y de disponibilidad de recursos humanos debidamente calificados

En el anexo 9.1 del Documento de Apoyo, se presentan los resúmenes de algunos de estos estudios (para ver los textos completos se puede consultar la página Web del CEPIS en su sección de residuos sólidos)

1.2 La regulación económica de los servicios

A raíz de los procesos de privatización y/o concesión de los servicios, ha surgido la necesidad de armonizar los intereses de los gobiernos municipales con los de las empresas privadas y los de los usuarios. En muchos países han surgido las llamadas Superintendencias o Entes Reguladores de los servicios de saneamiento básico donde el suministro del agua potable y el servicio de alcantarillado quedan regulados, y solamente en algunos pocos países se han incluido los servicios de limpieza pública.

Los aspectos y fases que hay que tener en cuenta en la formulación de una regulación económica de los servicios son



- Determinar las actividades a regular. Generalmente recolección y transporte de RSU, el barrido de calles y áreas públicas, el manejo de residuos especiales y el tratamiento y/o disposición final
- Definir las características económicas de cada uno. Por ejemplo la recolección y el transporte se definen como bienes semi-públicos, el barrido como bien público y la disposición final como bien privado.
- Determinar los sujetos de la regulación. Estos son los generadores (productores, comerciantes y usuarios finales) y los operadores (recolectores, operadores de rellenos, cobradores del servicio y recicladores)
- Definir las implicaciones sectoriales del servicio. Estas generalmente serán la salud, el ambiente, el presupuesto público, la calidad de vida, el desarrollo urbano, la economía familiar, el comercio internacional, etc
- Definir los objetivos de la regulación en función de lo anterior, como por ejemplo minimizar los efectos sobre el medio ambiente y la salud, crear condiciones socioeconómicas para su prestación, optimizar el uso de recursos y garantizar su prestación a largo plazo
- Identificar esquemas posibles de regulación, incluyendo la revisión de experiencias nacionales e internacionales, y evaluando su viabilidad legal, social, política y económica. El esquema debe precisar las obligaciones y responsabilidades, el sistema de control, el sistema de incentivos y penalidades y el arreglo institucional
- Una vez seleccionado y diseñado el esquema más apropiado se deberá proceder a establecer los mecanismos de control que tiene como fin lograr el cambio de comportamiento de los agentes para lograr los objetivos, principalmente los ambientales

En el anexo 9.2 del Documento de Apoyo, se describe la experiencia colombiana en regulación del servicio de RSU.

2. Aspectos institucionales y de gestión en el ámbito local.

La gestión integral de los residuos sólidos urbanos, muchas veces se confunde con el proyecto técnico de ingeniería. Es importante tener claridad de la diferencia entre estos



conceptos que son complementarios. El proyecto técnico o de ingeniería generalmente contesta a las preguntas, ¿porqué, qué, cómo, cuánto y cuándo? La gestión integral proporciona el marco para que el proyecto de ingeniería se convierta en viable desde los puntos de vista político, legal, financiero, ambiental y social

2.1 El proyecto técnico

La primera fase del proyecto es la elaboración de perfiles de diferentes alternativas que integren las cuatro áreas de acción del manejo integral, esto es, minimización, reciclaje, recolección y tratamiento y/o disposición final. Los perfiles deben ser elaborados de manera que contesten a las siguientes preguntas de manera preferentemente secuencial:

El ¿porqué? Tiene que ver con la justificación del proyecto, donde se ha hecho un diagnóstico que ha hecho ver las diferencias entre la oferta y la demanda o sean las necesidades tanto de la cantidad como de la calidad de los servicios.

El ¿qué? tiene que ver el proyecto en sí, es decir con los aspectos técnicos y con todos los elementos concurrentes de apoyo (financieros, socioculturales, etc) que explican que es lo que se va a hacer. Es decir son los objetivos, metas, y la descripción de las actividades necesarias para conseguirlos, para cada una de las áreas programáticas o subproyectos.

El ¿cómo? tiene que ver con las especificaciones de construcción en el caso de las obras civiles, con los manuales de operación en el caso de los servicios, y con todos los aspectos logísticos, financieros, etc.

El ¿cuánto? se relaciona con los aspectos financieros y económicos del proyecto, los montos de las inversiones, los presupuestos anuales de ingresos y egresos, las tarifas, los flujos de caja.

El ¿cuándo? Tiene que ver con los cronogramas de trabajo o calendarización de las fases y etapas del proyecto, de las obras civiles, de las adquisiciones de equipos y maquinaria, de las ampliaciones del servicio.



2.2 La gestión o gerencia en el ámbito local.

La gestión o función del gerente de los servicios consiste precisamente en coordinar las actividades de la empresa o entidad prestadora del servicio para cumplir armónicamente con todos los aspectos anteriores. Muchas veces los responsables de los servicios no están preparados para cumplir esta función y no prevén todos estos elementos y se convierten en lo que se ha dado en llamar "bomberos" o "apagafuegos". Esto último es muy frecuente cuando los servicios se prestan directamente bajo la estructura municipal y los "jefes" de los servicios tienen que depender de la aprobación de otras oficinas municipales para cumplir con sus funciones como son las de compras, mantenimiento, gastos menores y mayores.

Una de los primeros aspectos que se debe abordar desde un principio, son las políticas generales de gestión a partir de las cuales se determinará la forma de prestación del servicio, es decir si va a ser un servicio municipal directo o un ente municipal autónomo. Ambas alternativas pueden ser con operación directa de los servicios o mediante la contratación de empresas privadas.

El servicio directo generalmente es aconsejable para pequeños municipios. Conforme los municipios crecen, las pesadas estructuras administrativas municipales comienzan a entorpecer el buen manejo de los RSU y entonces puede comenzar a estudiarse la posibilidad de crear un ente prestador del servicio ya sea directamente o por contratación.

Cualquiera que sea la decisión sobre la estructura municipal, viene al caso tomar de inmediato la decisión de si se va a "privatizar" o sea si se van a contratar empresas privadas para todos los servicios o para parte de ellos. La cantidad y perfil del personal necesario en el Ente Municipal, serán diferentes según esa decisión. En el primer caso el gerente deberá tener un perfil ejecutivo y preferentemente deberá tener experiencia operativa o rodearse de gente que la tenga. En el segundo caso el gerente, además de sus funciones como tal, deberá tener experiencia legal, financiera, en la elaboración de pliegos de licitación, contratación y en la supervisión o fiscalización.

En América Latina han existido una gran variedad en las formas de gestión de los servicios. La globalización y las políticas neoliberales han traído los llamados procesos de privatización. Se estima que en la actualidad las empresas privadas contratadas prestan sus servicios al 60% de la población de América Latina. El porcentaje es tan grande porque el servicio privado actúa en casi todas las grandes ciudades.

El interés en la prestación de los servicios por parte de las empresas privadas, disminuye en ciudades pequeñas y medianas por la imposibilidad de generar economías de escala. En las ciudades pequeñas una de las formas de gestión que está tomando impulso sobre



todo en Perú y en Colombia es la formación de cooperativas prestadoras de servicios por contrato. Estas cooperativas muchas veces están formadas por antiguos segregadores y son promovidas por ONGs especializadas en el manejo de residuos sólidos, ya sea con recolección selectiva o convencional.

Las formas más comunes de gestión que hay en América Latina son las siguientes:

Oficina o Departamento Municipal de Limpieza

El municipio es el responsable de la planeación de los servicios, de la cobranza a los usuarios, y de la prestación de los servicios ya sea directamente o a través de terceros, que pueden ser empresas privadas, cooperativas, microempresas, ONGs, etc. Tiene las ventajas de un control más directo y generalmente es más económico en ciudades pequeñas. Tiene las desventajas de una gran intromisión política en el manejo del servicio y que el servicio depende de otras oficinas municipales que no le dan la prioridad adecuada. Cuando se contrata los servicios se tiene la ventaja de reducir sustancialmente el personal municipal, disminuyendo la burocracia y, consecuentemente, los conflictos sindicales.

Ente Autónomo o Empresa Municipal de Limpieza

El ente autónomo tiene la ventaja de manejar sus propios recursos, fija las tarifas con criterio técnico para cubrir sus costos, cobra las tarifas directamente o a través de otros servicios. La prestación del servicio puede ser directa o a través de terceros de la misma manera que en el caso anterior. Tiene las ventajas de una mayor libertad administrativa y gerencial y de que disminuye hasta cierto punto la injerencia política en los servicios. La contratación privada tiene las mismas ventajas que en el caso anterior en lo referente al personal.

Concesión al sector privado

Esta forma de gestión es poco usada en los servicios de RSU, ya que implica asignar la prestación de los servicios a una empresa privada, en una zona o en toda la ciudad. La empresa tiene que cobrar directamente a los usuarios los servicios de RSU, tal como se hace en algunos países con los servicios de agua potable, electricidad y telefonía. A diferencia de estos últimos servicios, el cobro en los servicios de limpieza se hace más dificultoso debido a que los usuarios no temen tanto el corte del servicio como en los otros.



casos, ya que tiene opciones no legales para deshacerse de la basura

Proveedores formales o informales de servicios con libertad de mercado.

Esta opción es poco común, implica la existencia o liberación de un mercado a través del cual las empresas o individuos ofrecen sus servicios en una misma zona de la ciudad, lo que hace sumamente ineficiente el servicio. En América Latina solo se conoce el caso de la ciudad de Guatemala, donde existe este tipo de servicio en algunas zonas

Modelos mixtos de gestión

Existen modelos mixtos, como por ejemplo en una misma ciudad, en diversas zonas, se pueden aplicar modelos diferentes como los descritos anteriormente. Esto sucede muy comúnmente en las grandes áreas metropolitanas que tienen diferentes jurisdicciones políticas en el área conurbada

2.3 Licitación o Propuesta Pública

Cuando la gestión de los RSU se viabiliza a través de la prestación del servicio por parte de una empresa o prestador individual, da lugar a la licitación o propuesta pública

En las propuestas es necesario establecer la forma de relación que existirá entre contratista y Municipio, el tipo de inspecciones, los interlocutores válidos, calidad del servicio y tipo de tecnología a utilizar, como así también, fijar los costos asociados a la prestación

Asimismo es indispensable mantener un principio de igualdad entre los proponentes y conservar la transparencia necesaria en todo el proceso para que no existan complicaciones de carácter recriminatorio contra el Municipio

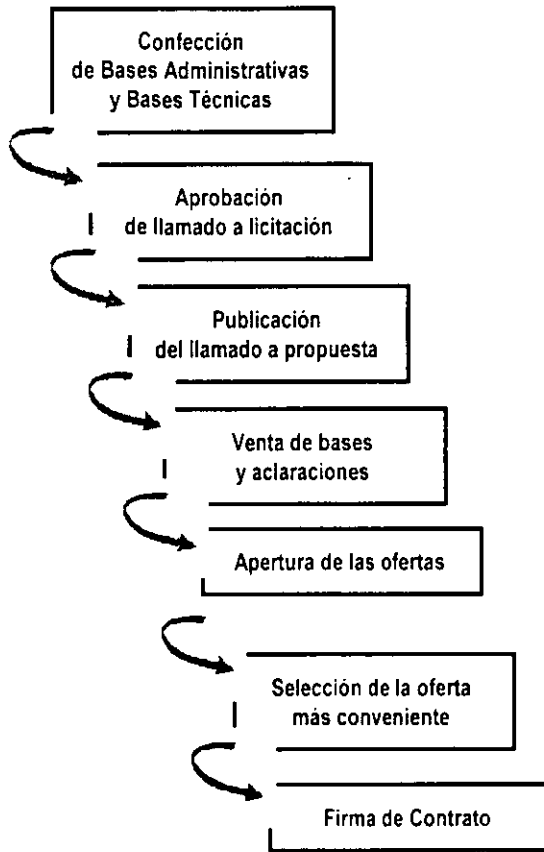
2.3.1 Proceso de una licitación o propuesta pública

El proceso de una licitación o propuesta pública, parte con la aprobación de un llamado a participar de ella. Para aprobar los pliegos del llamado se deberá hacer un estudio de los costos involucrados, la calidad de los servicios que se contratarán y la legislación que habilita al Municipio para realizar el tipo de contratación pretendida.



En general los pasos que sigue un proceso de licitación o propuesta pública son los siguientes

Fases de una propuesta pública.



2.3.1.1. Confección de bases administrativas y técnicas

Existen dos tipos de bases que rigen una propuesta pública, las Bases Administrativas y las Bases Técnicas. En las primeras se fija cómo, cuando y lugar donde se llevará a cabo la propuesta, quienes podrán participar, valor de las bases, calendario que seguirá el proceso de la propuesta, como se financia el contrato, presupuesto del municipio y plazos. Además fija los términos como se relacionarán el municipio y el contratista, causales de término o rescisión de contrato, multas, formas de pago, etc. Las bases técnicas fijan la calidad del servicio, características de los equipos, sistemas de recorrido, característica de los vertederos, forma en que se debe operar, planos y todo lo que tiene relación con la ingeniería del sistema que se desea implementar.

2.3.1.2. Aprobación del llamado a propuesta pública por medio de un decreto municipal.

El llamado a propuesta es aprobado por un decreto que es firmado por el Alcalde, donde los vistos se refieren, a las bases administrativas y técnicas, al presupuesto municipal según las atribuciones que le confiere la ley. En este decreto se aprueba un llamado a propuesta pública para el servicio de aseo y también se fija una comisión encargada del proceso.

2.3.1.3. Publicación en un diario de circulación nacional o regional del llamado a propuesta.

Una vez aprobado el llamado a propuesta pública, se procede a la publicación en un diario de circulación regional o nacional, donde se comunica a quienes se interesen en participar. Esta publicación contiene entre otras cosas, el presupuesto municipal destinado al servicio, un calendario de actividades, las características de quienes pueden participar, el valor de las bases, etc.

2.3.1.4. Venta de bases y aclaraciones

La norma es que se de un plazo prudente para la venta de bases y para ser estudiadas por los interesados en participar, quienes tienen la posibilidad de solicitar al municipio respuestas a dudas que las bases le pudieran provocar.

2.3.1.5. Apertura de las ofertas

De acuerdo con lo fijado en las bases en el día, hora y lugar, se procede a la apertura de las ofertas. Se levanta un acta la cual es firmada por la comisión y por los proponentes. En este acta se deja registro de los participantes, el valor de cada oferta y



de los reclamos, si los hubiera.

2.3.1.6. Selección de la oferta más conveniente.

Una vez abierta la propuesta la comisión se dedica al estudio de cada una de las ofertas y de acuerdo con los plazos estipulados en las bases, decide a quién se le adjudica. Se presenta una proposición al Alcalde quien es el que finalmente aprueba la adjudicación

2.3.1.7. Firma de contrato

De acuerdo con los plazos estipulados se comunica los resultados y se procede a firmar el contrato con el proponente seleccionado

Además de este resumen del proceso de una propuesta pública y para mayor información, se presenta en Anexos N° 3 un documento de análisis de la propuesta municipal de los años 1996-1997 de Maldonado una municipalidad de Uruguay

Cualquiera que sea el arreglo institucional que se escoja, el gerente deberá cumplir con la coordinación de elementos de la gestión local muy similares a los de la gestión nacional. Estos elementos o áreas de acción son

- Aspectos institucionales o y marco legal
- Proyecto técnico de manejo integral de residuos para la ciudad
- Componentes económico-financieros
- Componentes de salud y ambiente
- Componente sociocultural

En los módulos anteriores y en este se han desarrollado ampliamente todos estos conceptos con excepción del económico-financiero, que es quizá el más importante de la gestión integral de los RSU en el ámbito local. A continuación se desarrollan algunos conceptos básicos.



2.4 Gestión económica-financiera en el ámbito local.

Esta gestión consiste principalmente en mantener a la empresa, pública o privada, en un balance económico-financiero sano, es decir mantener un equilibrio entre los egresos y los ingresos, a lo largo de todos los años que dure el proyecto. Para determinar los egresos se hace uso de la matriz de planificación, que nos permite predecir las inversiones y el gasto año con año, y los ingresos se planifican tomando como base el número de usuarios de cada tipo, las predicciones de la matriz de planificación y el establecimiento de una tarifa adecuada. Si no se cumplen con estas premisas, el proyecto no será sustentable económicamente.

En América Latina y el Caribe, el aspecto financiero es el talón de Aquiles de la mayor parte de los servicios. De un total de 21 ciudades grandes solo 3 reportaron ingresar el 100% de sus costos. Otras 8 ciudades ingresaban entre el 67 al 99 %, 4 entre 34 al 66%, y el resto, o sean 7 ciudades ingresaban menos del 33% de sus costos. El resto de sus ingresos tenían que ser subsidiados a través de subsidios provenientes de los ingresos fiscales generales.

2.4.1 Determinación de los Egresos

De acuerdo con el horizonte que se haya escogido para la planificación, generalmente de 15 a 20 años, se predice año con año las necesidades de inversión, y los costos globales anuales de operación para cada uno de los servicios. Esto se facilita con el uso de la matriz de planificación o predicción de la cantidad de basuras a manejar año con año, en cada uno de los componentes del proyecto (ver el tema de formulación de matrices de planificación en el Capítulo 1 del Documento de Apoyo). Con los datos se puede establecer una tabla-calendario de inversiones y gastos anuales como sigue:



Aspectos institucionales y de gestión de RSU Capítulo 1

Cuadro 2.1 Egresos del proyecto

En el cuadro anterior se colocan las inversiones, el costo del capital (o pago de la deuda) y el costo anual de operación de cada uno de los componentes del proyecto y se suman en la última columna para tener el total anual que el proyecto debe invertir y los costos anuales tanto por los préstamos de capital (amortizaciones del equipo y las obras civiles), como por la operación (mantenimiento, consumos y personal). Las dos últimas columnas se usarán posteriormente para compararlos con los ingresos.

2.4.2 Determinación de Ingresos, tarifas y cobranza

Tal vez uno de los componentes más difíciles de abordar dentro de la gestión de los residuos sólidos es lo que se refiere a los cobros por el servicio, más aún cuando esto implica cambios en las políticas. De hecho, en algunos países por mucho tiempo la mayor parte de los costos era asumido por el fisco. Posteriores modificaciones a la ley, el aumento de facultades de las instituciones responsables y la necesidad de mejorar el servicio han llevado a que los sistemas de tarificación hayan sido modificados. En este título, el tema se tratará desde el ángulo de los criterios generales para la fijación de la tarifa y desde un punto de

29

En términos generales se puede decir que la tarifa resultará de un prorrateo o reparto

Capítulo 1

Aspectos institucionales y de gestión de RSU

del costo total del servicio por el número de usuarios que comprende una localidad, es por tanto deseable que este prorrateo se haga teniendo en cuenta a lo menos que quienes más residuos emitan, paguen tarifas más altas y, al revés, quienes menos basura emitan paguen menos por el servicio. En adelante se enunciarán algunos criterios que pueden servir de base para una política en este sentido

Equidad.

Las tarifas para cada usuario no debieran ser mayores que los costos generados por darles el servicio, salvo que se deba incorporar lo de aquellos grupos que ameriten adoptar alguna consideración de tipo social y que impliquen un efecto redistributivo del ingreso

Legalidad.

El cobro de la tarifa debe ceñirse a todas las normas legales existentes al respecto

Simplicidad

El modelo de tarificación debe ser fácil de entender, tanto por quienes debieran aplicarlo como para los usuarios

Eficiencia.

El sistema tarifario deberá ser barato de implantar, de aplicar y de actualizar, aunque tal costo fuese necesario transferirlo a la tarifa. Del mismo modo debe evitarse la morosidad

Equilibrio

El sistema debe tener semejanzas con otros implementados y al mismo tiempo responder por las diferencias que pudieran existir con los cobros hechos por otros prestatarios. En el cuadro anterior se colocan las inversiones, el costo del capital (o pago de la deuda) y el costo anual de operación de cada uno de los componentes del proyecto y se suman en la última columna para tener el total anual que el proyecto debe invertir y los costos anuales tanto por los préstamos de capital (amortizaciones del equipo y las obras civiles), como por la operación (mantenimiento, consumos y personal). Las dos últimas columnas se usaran posteriormente para compararlas con los ingresos



Cálculo de Tarifas

Para establecer la tarifa es necesario conocer los costos de cada uno de los servicios que componen el proyecto, es decir, la recolección convencional, la recolección selectiva, el relleno sanitario, el reciclaje y el compost, si es que se decidió adicionar estos últimos componentes. Hay varias maneras de hacer esto, por ejemplo obteniendo el costo total global de un servicio durante un año y dividiéndolo entre el número de usuarios de ese servicio y entre 12 para obtener la tarifa media mensual por usuario. Otro método es a través de los costos unitarios que se obtienen para cada uno de los componentes del servicio, por ejemplo si se tiene el costo unitario de la recolección convencional [\$/ton] y se calcula la cantidad de basura que produce una familia media durante un mes [ton/fam/mes], basta con multiplicar ambos valores para obtener la tarifa mensual por ese concepto.

En el caso del barrido el costo unitario generalmente se representa en [\$/km], por lo que habrá que tomar en cuenta la frecuencia que se barre la calle en una cierta zona de la ciudad, y el frente medio de los predios. Así para una casa de 15 metros de frente, ubicada en una zona que se barre dos veces a la semana o sea unas 9 veces al mes, tendrá una longitud de barrido mensual de aproximadamente 135 m o 0.135 km. El producto sería la tarifa media mensual por barrido. Si por ejemplo en el centro de la ciudad se barre 2 veces al día por el alto tránsito peatonal, un predio de 10 m de frente se barrería unas 50 veces al mes para dar una longitud mensual de barrido de 500m o medio km.

2.5. Cálculo de tarifas.

Como ya se señaló, la tarifa resulta de un prorrateo de costos, sin embargo en su cálculo se pueden incluir algunas consideraciones especiales. Veremos tres tipos de cálculos.

2.5.1 Tarifa indiferenciada

En este caso el cálculo no considera diferenciación de ningún tipo, por lo que se cobra por igual a viviendas y comercio, esta modalidad tiene ventajas desde el punto de vista de comprensión del cálculo y la aplicación. Sin embargo grava a todos los usuarios sin considerar las distintas variables que pueden incidir, por ejemplo la variable de equidad.



El cálculo se realiza de acuerdo con la siguiente proporción.

$$\frac{Ct + Nc}{Nv + Nc}$$

t = Tarifa anual del servicio
 C = Costo total anual real del servicio
 Nv = Número de predios destinados a viviendas y criasos
 Nc = Numero de patentes comerciales

Ejemplo.

C = 30 000 000
 Nv = 5 000
 Nc = 600

$$\frac{30.000.000 + 600 \cdot 70.000}{5.000 + 600} = 7.000 \text{ p.e. año}$$

Luego este valor es distribuido, generalmente de manera uniforme, en los doce meses

2.5.2 Tarifa diferenciada en base a frecuencia de recogida sin cargo fijo

Este modelo requiere tener claramente diferenciados los sectores de recogida, los cuales deben estar bien delimitados. Entonces el cobro se realiza de acuerdo con la frecuencia de recogida en cada sector y se fija para cada uno de acuerdo con la media ponderada de frecuencia por numero de viviendas

Supongamos que existan k sectores cada uno con diferentes frecuencias F1, F2, F3, . . . Fj



La tarifa se calcula de la siguiente manera

$$t_j = \frac{C}{\sum_{i=1}^n (F_i + N_i)}$$

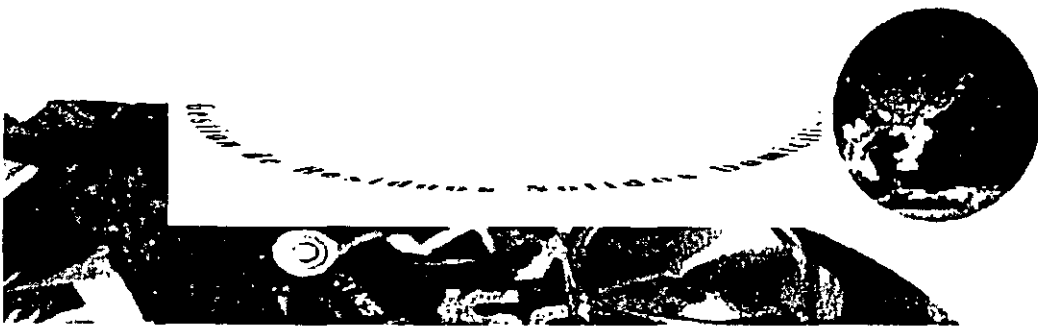
donde

- t_j = Tarifa de aseo para cada usuario en sector j
- C = Costo total anual del servicio
- N = Número de viviendas de cada sector
- F_j = Frecuencia de recogida sector j en veces/ semana
- (F+N) = Frecuencia por número de viviendas de cada sector

Ejemplo:

Costo total del servicio C = 30.000.000 de pesos
 sector A : 2.000 viviendas y Fa = 3 veces/semana
 Sector B 2 000 viviendas y Fb = 5 veces/semana
 Sector C 1 600 viviendas y Fc = 3 veces/semana

SECTOR N°	VIVIENDAS	FRECUENCIA	F _x N _v	TARIFA		
A	2 000	3	6 000	4 326,92		
B	2 000	5	10 000	7 211,54		
C	1 600	3	4 800	4 326,92		
			n			
			$\sum_{i=1}^n (F_x N_i)$	20 800		
			i=1			



Capítulo 1

Aspectos institucionales y de gestión de RSU

Los cálculos anteriores se pueden comprobar de la siguiente manera

SECTOR	TARIFA N°	VIVIENDAS	PAGO POR SECTOR
(TARIFA x N° de VIVIENDAS)			
1	4.520,52	2.000	9.041.040
2	5.3	1.423.077	7.236.411
TOTAL DE PAGOS			30.000.000

Supongamos la misma situación anterior pero, distinguiendo del costo total entre los costos fijo y variables. En este método se considerará un costo fijo a prorratar entre los usuarios en forma indiferenciada y un cargo variable a prorratar en forma diferenciada

El calculo se realiza de la siguiente forma

$Cf = C_{fij} / C_{var}$



donde:

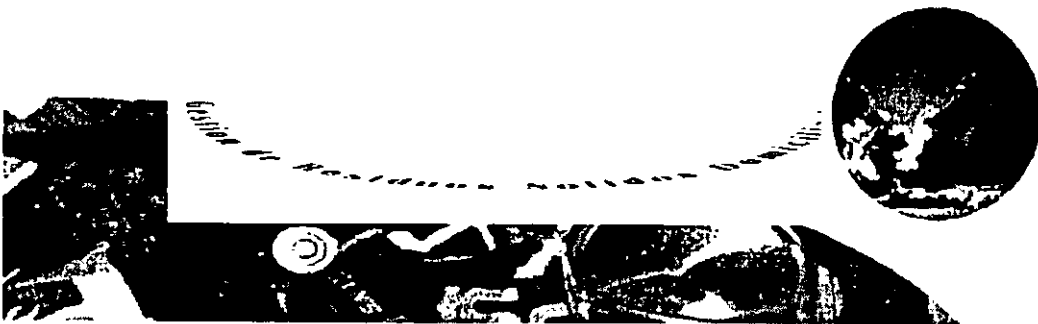
- tj = tarifa de aseo
- C = Costo total anual real del servicio
- $\Sigma(N)_i$ = Número total de viviendas
- Fj = Frecuencia del recorrido del sector j
- N = Número de viviendas de un sector
- F = Frecuencia de recorrido en cada sector
- Cf = Costos fijos del servicio
- FxN = Frecuencia de recorrido por número de viviendas de cada sector

Ejemplo.

Supongamos que un municipio ha estimado que si prestase un servicio de recogida, donde el costo de los vehículos y el personal que no implique gastos por recoger, fuera de 10.000.000 de pesos y el costo total del servicio fuera de 30.000.000 de pesos

SECTOR	TARIFA	N° VIVIENDAS	PAGO POR SECTOR (TARIFA x N° de VIVIENDAS)
A	2.000	3.600	7.200
B	2.000	5.400	10.800
Entonces:			
A	2.000	3.600	7.200
B	2.000	5.400	10.800
TOTAL DE PAGOS 30.000.000			

SECTOR	TARIFA	N° VIVIENDAS	PAGO POR SECTOR (TARIFA x N° de VIVIENDAS)
A	4.070	332	1.360
B	6.593	412	2.738
TOTAL DE PAGOS 30.000.000			



Las tarifas en este caso tienden a ser menos dispersas en comparación con las anteriores, debido a la incorporación de cargo fijo.

- Los costos fijos se pueden obtener de la estructura de costos del sistema los cuales son conocidos por la institución que administra el servicio si es que lo hace en forma directa. En caso de que el servicio sea licitado es conveniente solicitar el valor de los costos fijos de la empresa que presta el servicio y además agregar los costos que implica para el municipio en términos de personal, de inspecciones y otros en que incurra.

Este sistema tampoco reconoce la variable cantidad de residuos generados en cada propiedad.

Una vez establecido el nivel de la tarifa, es posible confeccionar un cuadro con los Ingresos del Proyecto.

Cuadro 2.2 Ingresos del proyecto



disminuir estos subsidios

Como los costos de inversión y operación pueden ir cambiando por motivos de la inflación, el aumento de costos de los combustibles y otros, se acostumbra establecer modelos matemáticos o fórmulas de "sensibilidad", que permiten por ejemplo ajustar los costos de recolección, si se diera el caso de un aumento en el precio de los combustibles. Estas fórmulas son casi una necesidad cuando se contratan los servicios de empresas privadas.

Una vez establecida la tarifa es necesario decidir como va a ser cobrada a los usuarios. Un cobro directo mediante una boleta especial para RSU, no es muy recomendable porque el servicio no tiene un poder coercitivo del pago en el caso de corte del servicio. Por lo anterior las opciones que quedan son la cobranza con el impuesto predial, o en la boleta de otro servicio público como el agua o la electricidad, en ambos casos como un rubro específico. El primero, no es muy recomendable por las altas tasas de morosidad que existen en el pago de impuestos prediales. En el segundo caso, generalmente se tiene objeciones por parte de las empresas de agua o electricidad, para incluir el pago en sus boletas. Para obviar esto se requiere de la decisión política del alcalde o intendente para pedir a esas empresas que hagan el cobro, por supuesto mediante un pago por este servicio.

Finalmente con los resultados de los totales de las dos tablas se hace una tabla denominada flujo de caja, que permite conocer año con año si los ingresos alcanzarán para pagar los egresos del proyecto. En el caso de las empresas públicas, debe haber un balance anual equilibrado, mientras que para las empresas privadas, que pueden obtener capitales de para pagar las deudas, pueden tener pérdidas en un año que se compensarán con utilidades en los años subsiguientes.

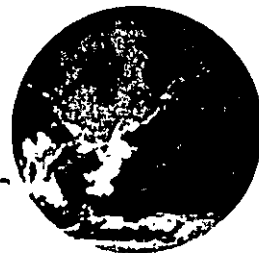
Cuadro 2.3 Flujo de caja del proyecto



Capítulo



Gestión de Residuos Sólidos



2. Método de comparación de alternativas de gestión de R.S.D.

Aquí nos proponemos entregar una herramienta simple que permita al planificador local tener una visión rápida de las acciones de un plan de gestión. Esto consiste en comparar por medio de una matriz la situación sin intervención con la situación deseada. Ello permite tener elementos precisos para definir acciones de intervención en los distintos momentos del proceso de manejo de los residuos. Se trata de un procedimiento sencillo pero potente si se lo utiliza correctamente, por ello además de la explicación se desarrolla un ejemplo de aplicación.

1. Conceptos generales del método.

Se parte de la construcción de una matriz de diagnóstico donde se exponen las situaciones no deseadas observadas en las distintas fases del proceso de manejo de los R.S.D.

Esta matriz se compara con otra que se elabora a partir de las propuestas de co-rección a los déficits encontrados.

Ello permite múltiples comparaciones pues, además de comparar entre alternativas de gestión, permite analizar cada una de las fases de la cadena de residuos, las áreas de intervención y los indicadores de gestión que se puedan asociar a cada una de dichas fases y áreas.

Luego se realiza la matriz de indicadores.

Los indicadores de gestión pueden ser construidos o bien pueden utilizarse algunos que sean conocidos. De todas maneras, para conocer cómo funciona la gestión en la situación actual, los indicadores deben ser construidos a partir de un análisis de esta situación.

Utilizando parámetros considerados aceptables y tomando en cuenta el hecho de una intervención en el sistema, pueden construirse indicadores relacionados a las acciones que se desarrollarán en términos de las metas que se propongan en la nueva gestión.

Esta es una propuesta que puede ser adecuada a las realidades locales. Lo importante es que por este método, un plan de gestión puede ser de alguna manera evaluado ex ante, y darnos una aproximación de los resultados que tendrá su aplicación, aunque solo en términos de una tendencia.



Capítulo 2

Comparación de Alternativas de Gestión de RSU

La matriz propuesta a continuación se construye partiendo de un listado de situaciones no deseadas. Este listado nace del diagnóstico de la situación actual, en la que se completan cuadros de acuerdo con cada fase del sistema, los que se cruzan con relación a la tecnología o sistema utilizado, el personal empleado, condiciones ambientales, calidad del servicio y participación del público. Esta matriz se puede crear partiendo de las causas y efectos detectados en el árbol utilizado para identificar problemas y buscar soluciones, pudiendo dar lugar a contenidos diferentes en las columnas.

Podemos suponer que analizada una determinada situación hemos encontrado algunos hechos que nos parecen no deseables con los cuales construimos una matriz como la siguiente:

MATRIZ DE SITUACIONES NO DESEADAS

(Diagnóstico de la situación actual).					
SISTEMA O TECNOLOGÍA USADA	PERSONAL EMPLEADO DEL SERVICIO AMBIENTAL	CONDICIONES DEL SERVICIO	CONDICIONES AMBIENTALES DEL PÚBLICO		
PRE-RECOGIDA	Sistema de contenedores deficiente no estandarizados, gran número de puntos de recolección.	Bajo nivel de	Bajo nivel de	esparcimiento de la basura en vía pública por mala calidad de los contenedores o acciones de	No existe participación del público en acciones de apoyo a la gestión
RECOGIDA	utilización de la capacidad de carga de los vehículos	Baja capacitación de persona de recolección	Baja atención en la recolección	almacenamiento de residuos en las viviendas	
TRASLADO			Alto costo en traslado de basura a vertedero		
DISPOSICIÓN FINAL				Deficiencias en el recubrimiento de residuos	Establecimiento de vertederos clandestinos
EMPEDIMENTOS	Sistema de Bando inadecuado		Baja cobertura de vías		

Obtenidas ya del diagnóstico las situaciones no deseadas y construida la matriz podemos entonces determinar acciones que pudieran dar solución a estas, del tipo de la siguiente:



**MATRIZ DE SITUACIONES DESEADAS
(Diagnóstico de la situación actual).**

SISTEMA O TECNOLOGIA USADA	PERSONAL EMPLEADO DEL SERVICIO AMBIENTALES DEL PUBLICO	CONDICIONES PARTICIPACION	CONDICIONES PARTICIPACION
PRE-RECOGIDA	Instalación de contenedores normalizados, en puntos de recolección para grupos de viviendas		Modificación del tipo de contenedores y control sobre la acción de
RECOGIDA	Modificar circuitos de recolección y sistema de carga	Cursos de capacitación del personal de recolección	Distribución del nivel de almacenamiento de residuos en las viviendas
TRASLADO			Modificación del sistema de traslado de basura
DISPOSICION FINAL			Labores de recubrimiento del total de los residuos diarios
LIMPIEZA VASTIA	Cambio en el sistema de barrido		Aumento de la cobertura de todas las vías de la ciudad

La idea entonces es, partiendo de un conjunto de situaciones no deseadas detectadas en el diagnóstico, proponer acciones que las eviten. Una vez obtenido esto, podemos implementar un sistema de indicadores que nos permita ver en que medida podemos superar estas condiciones y controlar nuestra propuesta en el tiempo. Para ello podemos en primer lugar establecer en términos de indicadores las situaciones identificadas como no deseables.



MATRIZ DE INDICADORES

SISTEMA O TECNOLOGÍA USADA	PERSONAL EMPLEADO DEL SERVICIO AMBIENTALES DEL PÚBLICO	CONDICIONES AMBIENTALES DEL PÚBLICO	PARTICIPACION
PRE-RECOGIDA	Nº de Viviendas Nº de puntos de recolección		Basura esparcida *100 Basura empuja Cant. de pers en prog *100 Población total
RECOGIDA	Ton recolectadas día Nº de vueltas - Cap camión	Personal cap *100 Total pers conz	Nº viv atend *100 Nº total de viv Ton embdas *rec *100 Ton recolecte o esvado
TRASLADO			Costo mens del serv Ton traslad mes Vol mat de rec Ton vert clas
DISPOSICIÓN FINAL			Ton depos día Nº de Habitantes
LIMPIEZA VÍA	Pers de bardo diario Kms de vías atendidos *8		Km de vías atend *100 Km total de vía

Una vez construida esta matriz debe asignarseles un valor a los indicadores que representan las distintas situaciones detectadas como no deseables, de acuerdo a la realidad que se analiza. El paso siguiente es construir a partir de una situación deseada los valores que se esperan y de esta forma se pueden comparar las dos visiones, la del sistema en análisis y la de un sistema mejorado. Por otro lado es posible establecer metas a cumplir para cada uno de los indicadores y con ello ir comparando el cumplimiento del plan en el tiempo. Esto puede devenir en una evaluación dinámica y posibilitar el estudio de mejoras en el sistema. Los indicadores que se proponen no son excluyentes y deben estar de acuerdo con cada realidad. También se pueden usar indicadores de referencia aplicados en otros lugares, sobre los cuales hay abundante información.



2. Ejemplo de uso de la matriz.

Hemos desarrollado un caso de un municipio pequeño, donde se presenta el diagnóstico de la situación actual sólo para la fase de pre-recogida, como una forma de poner en situación lo explicado más arriba.

2.1. Diagnóstico de la situación de El Peral Alto. (Fase de pre-recogida).

El Peral Alto es una localidad de características mixtas de urbano y rural, donde sus principales actividades son el comercio y la agricultura.

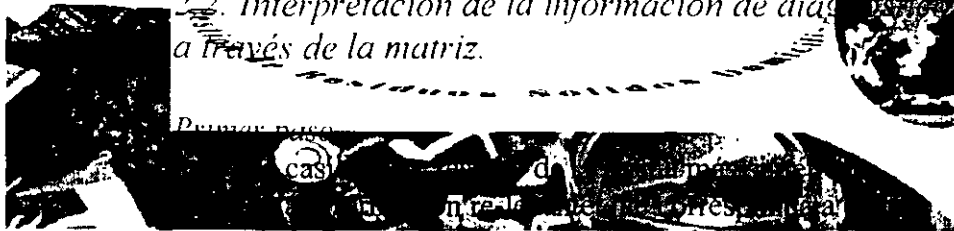
Tiene un total de 30.000 habitantes y de 6000 viviendas, los análisis de emisión por persona nos arrojan una producción de 0.56 kg. de basura por persona-día, las vías a atender son del orden de 100 kms. entre urbano y rural.

En la localidad de El Peral Alto se ha detectado que en la fase de pre-recogida existen las siguientes situaciones no deseadas:

La presentación de la basura se realiza en envases de papel y bolsas plásticas lo que representa un 100% del total.

Además por cada vivienda hay un punto de recolección, donde las condiciones de densidad de viviendas por km. de recorrido es muy alta. Existe un gran número de envases que se rompen por acción de animales, correspondiendo a un promedio del veinte por ciento del total de la basura que se emite. Tampoco existe conciencia de las personas por separar o reciclar, o alguna otra forma de aporte al sistema, por falta de educación y de canales óptimos para participación del público.

2.2. Interpretación de la información de diagnóstico a través de la matriz.



cruce de la fase con los aspectos analizados de la gestión ya sea tecnológicos o de sistema, de personal, condición medio ambiental, participación del público, para ello se procede de la siguiente forma:

- En el casillero A cruzamos la información cualitativa de la fase (pre-recogida y el sistema o tecnología usada), esto es un sistema deficiente de presentación de la basura, donde además existen un excesivo números de puntos de presentación
- Los casilleros B y C están vacíos porque no se encontraron cruces en el diagnóstico
- El casillero D contiene la información del diagnóstico respecto a la fase y las condiciones ambientales en que se esta llevando a cabo
- En el casillero E se presenta la condición como el público participa en esta fase

MATRIZ DE INDICADORES
(Diagnóstico de la situación actual)

SISTEMA O TECNOLOGÍA USADA	PERSONAL EMPLEADO DEL SERVICIO AMBIENTAL	CONDICIONES AMBIENTALES	PARTICIPACION DEL PUBLICO		
	Sistema de contenedores deficientes no estandarizados gran numero de puntos de recoleccion	B	C	esparcimiento de basura en vía publica por mala calidad de los contenedores o acción de animales	No existe participación de publico en acciones de apoyo a la gesbon
PRE RECOGIDA	A			D	E

Segundo paso

Para comparar la situación actual con respecto de las acciones que se implementarán, recogemos en cada casillero, los datos cuantificables que se presentan en el diagnóstico de la fase cruzada con cada uno de los aspectos (tecnológicos o de sistema, de personal condición medio ambiental, participación del público), que sean susceptibles de traducir a modo de indicador

- En el casillero A, el excesivo numero de puntos se traduce en No. de viviendas o número de puntos dividido por los kilometros de recorrido o ruta, (para el caso cada vivienda representa un punto de recolección)
- Los casilleros B y C permanecen vacíos por no haber información atinente
- El casillero D recoge cual es el porcentaje de basura esparcida con respecto de la basura emitida o generada
- El casillero E recoge información de personas en programas de participación con respecto de la población total.



MATRIZ DE INDICADORES

SISTEMA O TECNOLOGÍA USADA	PERSONAL EMPLEADO DEL SERVICIO	CONDICIONES AMBIENTALES DEL PÚBLICO	CONDICIONES PARTICIPACION		
	N° de puntos de recolección: kms. de ruta	B	C	basura esparcida	cant. de pers en
	A			basura esparcida	PRESENCIA
PRE-RECOGIDA				D	E

Tercer paso

Haciendo un análisis de como se comportan estas relaciones en la situación actual se procede a cuantificarlas a manera de indicadores numéricos de la siguiente forma

Las viviendas se distribuyen en una longitud de treinta kms . existiendo un punto por vivienda. lo que en el indicador nos da $6000/30 = 200$ puntos por kms.

La basura esparcida por acciones de animales y por rotura de contenedores de mala calidad llega a 3.5 ton / día ($3500 \cdot 100/30000 \cdot 0.56 = 21\%$)

No existen programas dirigidos a la educación y participación del publico, ($0 \cdot 100/6000=0\%$)

**MATRIZ DE INDICADORES
(situación base)**

SISTEMA O TECNOLOGÍA USADA	PERSONAL EMPLEADO DEL SERVICIO	CONDICIONES AMBIENTALES DEL PÚBLICO	CONDICIONES PARTICIPACION		
	200			21%	0
PRE RECOGIDA					

Hasta aquí hemos identificado y puesto en forma de indicadores los principales problemas que se desprenden del analisis de la situación inicial o actual. lo que sigue es analizar de la misma manera las acciones que se emprenderan para mejorarla



2.2.1 Análisis de la propuesta de acciones de los planificadores.

Las acciones que se proponen son instalar contenedores de plástico para grupos de 10 viviendas. los contenedores serán de 230 lts para retirarlos cada tres días. Esto permitirá disminuir el número de puntos de recolección y mejorar la presentación, evitando el esparcimiento por acción de animales en un 90% y disminuyendo además el almacenamiento en las viviendas. Para que la gente apoye esta decisión se desarrollarán programas de educación en un total de diez acciones por año, donde se espera asistirán 30 jefes de hogar, lo que supone el compromiso de sus respectivas familias en hacer esfuerzos y depositar diariamente su basura en los sitios donde estarán instalados los contenedores.

Esta situación se puede expresar en una matriz de la forma siguiente:

Al igual que en la interpretación del diagnóstico, se pone en cada casillero la información correspondiente a cada cruce de manera resumida.

- En el casillero A se deja establecida la acción que da respuesta al problema allí expresado en la etapa de diagnóstico.
- Los casilleros B y C permanecen vacíos.
- El casillero D contiene la acción que da respuesta al problema o situación expresada en el mismo casillero de la matriz construida en el diagnóstico.
- El casillero E contiene de la misma forma la acción que responde al problema que se plantea en la etapa de diagnóstico.

SISTEMA O LOGA	TECNOLOGÍA EMPLEADA	PERSONAL DEL SERVICIO AMBIENTAL	CONDICIONES AMBIENTALES	PARTICIPACION DEL PUBLICO		
PRE RECOGIDA	Instalacion de contenedores normalizados en puntos de recoleccion para grupos de viviendas		B	C	Modificacion del tipo de contenedores y control sobre la accion de animales	Programa dirigido al publico para desarrollar acciones de apoyo a la gestion
	A				D	E



Utilizando la misma matriz de indicadores que se ha construido en la etapa de diagnóstico, se establecen los valores que estos adoptarían si se aplican las acciones propuestas:

- El casillero A contiene la relación del total de contenedores a instalar por los kilómetros de ruta en que se distribuyen las viviendas o grupos de vivienda
- Los casilleros B y C permanecen vacíos
- El casillero D contiene la relación de la cantidad teórica de basura que podría ser dispersada con las medidas propuestas
- El casillero E indica la relación de personas que estarían vinculadas a programas de participación versus la población total, se ha considerado que cada jefe de familia vincula a su grupo familiar y que cada grupo familiar tiene cinco componentes

MATRIZ DE INDICADORES
(situación teórica con acciones a implementar)

SISTEMA O TECNOLOGÍA USADA	PERSONAL EMPLEADO DEL SERVICIO	CONDICIONES AMBIENTALES	PARTICIPACIÓN DEL PÚBLICO		
	20			2.08 %	5 %
PRE-RECOGIDA	A	B	C	D	E

Si se pone atención a los indicadores de cada casillero, veremos como la propuesta de gestión mejora la situación inicial. Por ejemplo, para el casillero A teníamos un indicador de 200 puntos de recolección por km de ruta y con las correcciones planteadas éstos sólo llegarán a 20 por km de ruta lo que teóricamente es mejor. Para el casillero D, de un 20% de la basura esparcida se pasa a un 2.08% y en el casillero E de ninguna participación del público, se prevé que se integrara un 5% anual de la población a actividades de participación.

De esta manera, se puede comparar las bondades de una situación teórica propuesta para el manejo de los residuos frente a la situación base diagnosticada. De la misma forma, si se establecen metas para el sistema que se implementará, es posible ir comparando los indicadores que resulten en el desarrollo de la operación. Si se cumplen es posible proseguir, sino deberá analizarse cada parte del sistema de manera tal que se obtengan nuevas opiniones de mejoramiento.



3. Indicadores.

Como dijéramos en el título anterior, existen indicadores que recogen valores promedios de diversos lugares y que pueden considerarse como valores estándares de las principales acciones de un proceso de gestión de R.S.D

En este título se muestran indicadores que pueden ser utilizados para comparación de las situaciones que se analicen, estos indicadores han sido presentados en el XXV Congreso de AIDIS en el año 1996

3.1. Tabla de indicadores utilizados en el ámbito de R.S.D.

GENERACIÓN		
MEDIA REGIONAL	0,92 Kg / Hab / Día	
16 ciudades > 2 millones de hab	0,94 Kg / Hab / Día	
16 ciudades de 0,5 a 2 millones de hab	0,73 Kg / Hab / Día	
24 ciudades < 0,5 millones de hab	0,65 Kg / Hab / Día	
Domiciliana media	0,60 Kg / Hab / Día	
BARRIDO (limpieza diaria)		
Rendimiento diario (dos lados)	1 a 2 m	
Barrenderos por 1000 Hab	0,4 a 0,8	
RECOLECCIÓN		
Desarrollados en desarrollo		
Eficiencia del personal (ton / día)	3 a 8	2 a 5
Tamaño cuadrilla (trab)	1 a 3	3 a 6
Requerimiento personal (t/ 1000 Hab)	0,2 a 0,5	0,2 a 0,4
Costo por tonerada (u\$s / ton)	30 a 125	15 a 25
POSICIÓN FINAL		
Cielo abierto	35%	
Calidad	35%	
Requiere		
Relleno Desarrollados en desarrollo		
Costo	20 a 60 u\$s / ton	



3.2. Ejemplo de aplicación de indicadores.

El Peral Alto como ya se dijo es una comunidad de 30 000 habitantes. la red de vías públicas a atender en este caso es de 30 Kms

Con estos datos podemos estimar lo siguiente.

Generación total de residuos en la ciudad.

Generación de R S D: Número total de personas * indicador de generación

Generación de R S D : 30 000*0,55=16 500 kilogramos en un día

Número de barrenderos.

Numero de barrenderos total de kilómetros de vías * indicador de rendimiento

Número de barrenderos 30 /2 =15 barrenderos.

Número de barrenderos total de población* coeficiente por cada mil habitantes

Número de barrenderos 30 000*0 5/1 000=15 barrenderos

Comparación con el sistema propio.

El costo de recolección anual es de US\$ 180 675. la generación diaria es de 16.5 Ton , la generación anual es de 6022.5 Ton , lo que implicaría un costo por tonelada recolectada de US\$ 30 Este valor si lo comparamos con los de la tabla de indicadores es alto para países en desarrollo y bajo para países desarrollados, pero si este fuera muy bajo por ejemplo US\$ 2 habria que investigar por que este valor. Es posible que estemos frente a una situación de un servicio deficitario y que en la realidad no entregue la cobertura para el total de la población o alguna otra situación que afecte al sistema

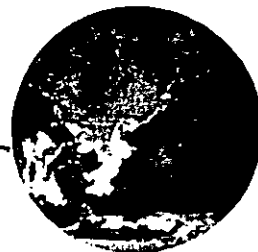
Trabajar efectuando comparaciones entre lo observado en la realidad local con los indicadores elaborados en base a observaciones de numerosos casos, permite detectar pautas que posibilita investigar sobre la gestión propia, en especial en situaciones consideradas poco satisfactorias



Capítulo



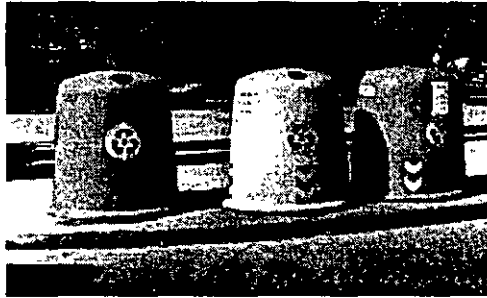
Gestión de Residuos Sólidos



3. Participación y educación del público.

Existen muchos casos donde, a pesar de haberse formulado una propuesta de manejo de los R S D técnicamente correcta, al no considerarse la variable participación y educación del público, se ha derivado en una solución parcial o ineficaz. Esto suele observarse especialmente en lo que se refiere a la existencia de vertederos clandestinos. Del mismo modo, el apoyo del público es fundamental en lo que se refiere a la separación en el origen o en políticas de promoción relativas a disminuir las emisiones contaminantes.

En cualquier tipo de plan de gestión de residuos sólidos, la educación y



participación del público jugará un rol significativo, tanto antes como durante la implementación del plan.

La educación del público tiende a conseguir una ciudadanía más informada que pueda participar activamente en la resolución de los problemas que enfrenta la comunidad en el área del medio ambiente en general, y de los residuos sólidos en particular.

Los términos educación del público y participación de la comunidad, abarcan una amplia gama de actividades y técnicas diseñadas para obtener información respecto a las inquietudes de los ciudadanos, aumentar la toma de conciencia del público, motivar la participación en los programas y conseguir decisiones de su parte tendientes a un servicio de R S D más eficaz.

Un buen programa de educación y participación en la gestión de los residuos sólidos aprovecha la potencialidad de los grupos cívicos, comercio, colegios, iglesias y medios de comunicación para participar en la toma de decisiones, promoviendo una acción positiva en el área de los residuos, mediante reuniones, eventos especiales, conferencias, materiales promocionales, boletines, exhibiciones, concursos, actividades de recolección y otros que puedan generarse.

Las personas encargadas de tomar decisiones deben intentar involucrar al público en todo el proceso de planeamiento de la gestión de los residuos sólidos municipales, por ello es particularmente importante que el planificador trabaje junto con la comunidad, especialmente en el momento inicial de planeamiento.

Es posible establecer un consejo asesor o grupos de trabajo específicos para proveer un marco organizacional a la participación de los ciudadanos. Este grupo podría

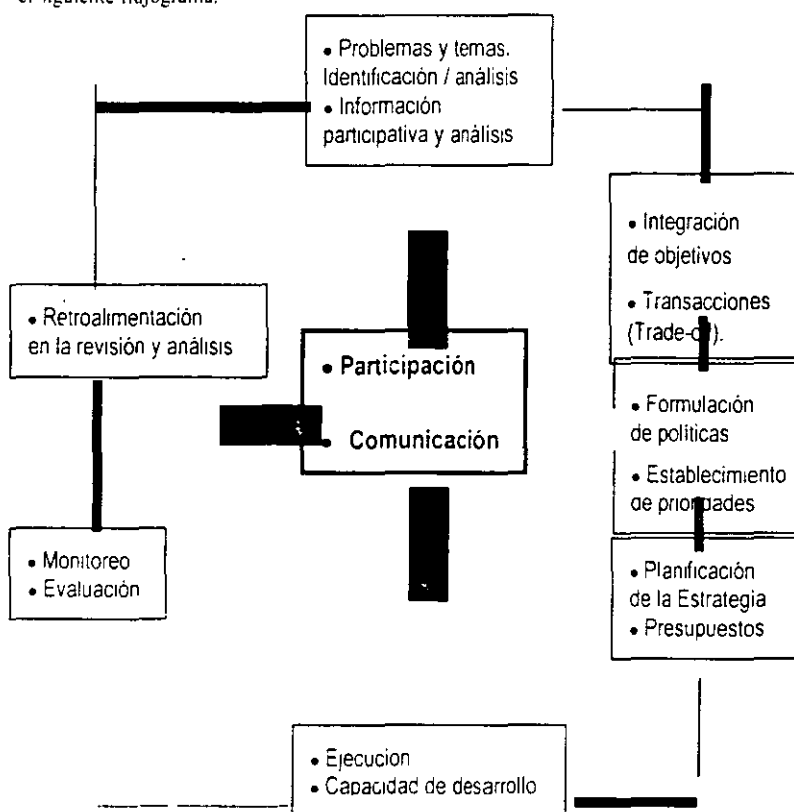


incluir hombres de negocios, miembros de grupos locales del medio ambiente, grupos comunitarios de los diversos vecindarios y organizaciones religiosas, a los cuales debe informarse en todos los aspectos concernientes a la situación de la gestión de los residuos

solidos locales, los costos y responsabilidades asociadas con ello y las opciones disponibles de gestión y disposición.

3.1. Ciclo estratégico de la participación.

La dinámica de la participación comunitaria integral puede ser visualizada de acuerdo con el siguiente flujograma.



Fuente: "Participation in national environmental strategies" (Module 4) EDIEN Political Economy of the Environment World Bank (98) Traducción no oficial



El mensaje central de este flujograma, resalta la importancia de involucrar activamente a la comunidad en todas las fases de la estrategia o plan propuesto. De esta manera, se evitan soluciones aisladas o reduccionistas y a la larga inoperantes o de poco impacto.

Como se observa, la participación está prevista en el momento inicial a través de la identificación de los problemas relacionados con el tema y su análisis. Esto supone que se ha trabajado incluso en la etapa de recolección de información. Al momento de establecer los objetivos del programa, es necesario realizar una serie de negociaciones entre los principales actores sociales por lo cual hay que prever algún tipo de transacciones (trade-off) para conseguir que no haya grupos perdedores que pueden decidir abandonar. Los objetivos determinan las líneas de políticas y como no es factible realizar todo al mismo tiempo, es necesario establecer prioridades respecto de las ejecuciones. Esto se relaciona íntimamente con el punto anterior puesto que al priorizar habrá que considerar el impacto sobre los intereses de los principales actores sociales.

Formuladas las políticas se comunican, al igual que los presupuestos, debiendo establecer algún tipo de estrategias de participación tanto para el momento de la ejecución como del control.

Un buen sistema de evaluación con participación ciudadana permite detectar más rápidamente los desvíos e incluso proponer acciones correctivas que retroalimenten la propuesta.



3.2. Dificultades para institucionalizar la participación.

Cuando se inicia el camino de la participación, lo frecuente es enfrentarse a un número importante de dificultades, por este motivo es interesante indagar acerca de las razones.

A continuación se incluye un texto⁵ que recoge los aspectos más recurrentes al tratar de institucionalizar la participación.

⁵ Fuente: "Participation in national environmental strategies" (Module 4) EDES Political Economy of the Environment. World Bank (1987). Traducción no oficial.



Si tiene tantos méritos, ¿por qué es difícil institucionalizar la participación? Las siguientes parecen ser algunas de las restricciones.

- En la fase inicial de una estrategia, la participación requiere considerable tiempo y trabajo adicional en el desarrollo de los recursos humanos. Generalmente no se provee de incentivos adicionales a los miembros del equipo por el esfuerzo extraordinario demandado. La introducción de la participación requiere recursos financieros adicionales y en la fase inicial es más costosa comparada con programas convencionales. La mayoría de las instituciones y programas se sienten restringidos de hacer tales inversiones, dado que ellas son evaluadas principalmente por el criterio de logros en los objetivos físicos y financieros.
- La participación exige una mayor retroalimentación en el papel de los profesionales externos, desde la gestión hasta la facilitación. Esto exige cambios en conducta y actitudes y tiene que ser gradual. También exige un significativo entrenamiento y usualmente los recursos para este trabajo son inadecuados.
- La participación también desafía a los profesionales convencionales, éstos sienten pérdida de poder al tratar como iguales a las comunidades locales y al incluirlas en la toma de decisiones. Esto inhibe a los profesionales de asumir riesgos y desarrollar relaciones de colaboración con las comunidades.
- La participación y el desarrollo institucional son difíciles de medir y requieren el uso simultáneo de indicadores cualitativos y cuantitativos. Los sistemas existentes de monitoreo y evaluación no pueden medir dichos aspectos y, por lo tanto, los indicadores físicos y financieros, que son más fáciles de medir, dominan la evaluación de resultados y el proceso de análisis de impacto.
- Mientras que muchos programas iniciados por las agencias externas tienden a usar métodos participativos de planificación, no hacen los correspondientes cambios en los mecanismos de asignación de recursos a las instituciones locales y ellos tienden a retener el poder en la toma de decisiones financieras. Este hecho frena el crecimiento de las instituciones locales y conduce a una pobre sostenibilidad de los programas.
- La participación es un proceso de largo plazo y necesita ser iterativo en un periodo inicial de dos a cinco años antes de remontar y replicarse. La mayoría de los programas de desarrollo tienden a dejar en el papel las fases iniciales del proceso de participación y desarrollo institucional sin suficiente experimentación e iteración. Como resultado, las modalidades institucionales que surgen son a menudo poco efectivas.
- La participación está también directamente ligada a la equidad. Muchas estrategias para implementar programas, a pesar de comenzar con consultas y participación de grupos, fracasan en monitorear aspectos de equidad. Esto hace



que los resultados de la gestión y los beneficios sean usurpados por los grupos elitistas de la comunidad y que la mayoría pierda su interés. Las instituciones externas necesitan jugar un papel preponderante en catalizar prácticas equitativas dentro de las instituciones locales.

Cualquier política o proceso de formulación de ésta debería tomar en cuenta los esfuerzos existentes al nivel local y utilizarlos como base para la estrategia de preparación. El crecimiento orgánico de una estrategia a través de insumos locales y regionales, que se base en la experiencia y en las acciones positivas aprendidas, aumenta las posibilidades de que todos los miembros desarrollen un interés de largo plazo en la ejecución.

3.3. Elementos a considerar en la participación, para una gestión integral de los RSD.

A continuación se presentan algunos lineamientos generales para desarrollar un programa de participación y educación del público, considerando los contenidos a presentar, los canales por los cuales se puede difundir, los distintos grupos con los cuales trabajar y los aspectos financieros.

3.3.1. Presentación de los principales resultados del estudio.

Como ya se ha sostenido anteriormente, la participación del público es de vital importancia. Una forma de activar esta participación, y a la vez motivar la discusión respecto del tema, es la presentación de los principales resultados del estudio.

Con respecto a esto, debe presentarse al público de manera completa.

El significado de un plan de gestión integral de manejo de residuos sólidos, se lograrán entender, proveyendo una visión general de los principales temas de la gestión de residuos sólidos, a saber:

- Generación en origen (domicilios), cantidad, composición
- Pre-recogida: uso de recipientes adecuados para el acopio de basuras y respeto de horarios de recolección y transporte
- Recolección y transporte, modalidades de operación, cobertura, eficiencia, aspectos ambientales, sanitarios y costos asociados
- Tratamiento y disposición final: vida útil y problemas ambientales y sanitarios de los actuales vertederos, requerimientos de nuevos sitios



para relleno sanitario (técnicos, ambientales, económicos), alternativas de tratamiento no recomendadas para la ciudad en estudio (incineración, compostaje, etc.)

- Microvertederos ilegales: mencionar cantidad existente, sus problemas ambientales y sanitarios y los costos asociados a su limpieza
- Costos de un plan de gestión y manejo integral de residuos sólidos, técnica y ambientalmente adecuado

Se debe sensibilizar a la población respecto de los beneficios que recibe la comunidad, los costos reales y los déficits que se producen en la municipalidad

Indicar qué acciones se podrían realizar en educación, salud, deportes, etc. si las municipalidades no tuvieran que afrontar dicho déficit económico.

Cómo implementar un programa de recuperación/reciclaje con clasificación en origen

Si se está trabajando en este sentido, se deben presentar los beneficios directos que recibe la comunidad y la forma de participación en el programa, esto es:

- Reducción de costos globales en el manejo del flujo de basura, tanto por concepto de recolección y transporte como por disposición final.
- Mayor vida útil de los vertederos
- Apoyo y ayuda solidaria a sectores necesitados de la población, ya sea directamente a través de la recolección y comercialización por parte de los cartoneros, o bien indirectamente a través de la participación de organizaciones de beneficencia
- Qué elementos se recuperarán de las basuras y por qué
- Qué elementos no se recuperarán de las basuras y por qué
- Como acopiar los materiales recuperables

3.3.2 Estrategias de comunicación.

La comunicación con el público y la promoción de los programas debe ser un proceso continuo. Los eventos en medios de comunicación, los pósters publicitarios, los boletines, etc., son todas buenas herramientas y medios para ser usados en una propuesta de educación continua. Un programa efectivo de este tipo debe ser planeado teniendo en mente las necesidades de la comunidad. Se puede ahorrar una cantidad significativa de tiempo y energía analizando actividades de educación del público que han sido desarrolladas en otras comunidades, sacando provecho de sus éxitos y aprendiendo de sus fracasos.

Los encargados de tomar decisiones pueden revisar actividades y materiales educativos utilizados en otros programas para la toma de conciencia del público.



tales como campañas para uso de cinturón de seguridad en los automóviles, campañas para evitar accidentes en la vía pública, etc. Las técnicas usadas en estas campañas para promover una imagen de buen comportamiento y presentar la idea del tema de la campaña.



3.3.3. Grupos

El primer paso de la planificación de un programa de educación es comprender los diferentes públicos que existen dentro de la comunidad y determinar cómo reciben la información estos grupos. Entre los temas que se deben resolver se pueden destacar los siguientes:

- ¿Cuáles son los principales sub-grupos existentes en la comunidad?
- ¿Cuál es el nivel del lenguaje a ser utilizado en el material a ser entregado a la comunidad?
- ¿Cuáles son las inquietudes de los ciudadanos?
- ¿Cuáles programas en los medios audio-visuales de comunicación local escuchan y ven los residentes de la comunidad?
- ¿Cuáles medios escritos de comunicación, a nivel nacional, regional, comunal o comunitario, lee la población y qué secciones son las preferidas?
- ¿Responden bien los ciudadanos a noticias públicas incluidas en las cuentas de servicios que reciben?
- ¿Son los afiches publicitarios colocados en las tiendas un método efectivo de conseguir una imagen que les llegue?
- ¿Existen ya grupos cívicos conduciendo alguna campaña de educación respecto a la basura o algún otro tema relacionado?



Capítulo 3 Participación y educación del público

Responder este tipo de preguntas ayudará a que se utilicen los mensajes apropiados, se realicen las actividades adecuadas y se ocupen los medios de publicidad correctos. La mejor forma de responder estos interrogantes, es efectuar entrevistas con líderes de la comunidad, llevar a cabo encuestas de opinión y también trabajar junto con los grupos asesores de ciudadanos existentes, para recopilar esta información.

Un exitoso programa de educación y participación de la población compromete importantes recursos humanos, técnicos, materiales y económicos, por lo que se prevé que el diseño y operación del programa sea contratado a especialistas en comunicación y educación. Las municipalidades serán las encargadas de proporcionar los objetivos, metas, supervisión, coordinación y apoyo logístico a dicho programa.

Por el motivo anterior resulta muy beneficioso trabajar con dos grandes segmentos de la población:

- * Niños y jóvenes de entre 6 y 20 años de edad,
- * Adultos de 21 años y más.

Frente a restricciones presupuestarias puede privilegiarse la educación de niños y jóvenes. Enseñar a este segmento de la población sobre la gestión de residuos, el valor del reciclaje y de reducir la cantidad de basura generada, los desechos domésticos peligrosos y la necesidad de contar con sitios de disposición adecuados es esencial para desarrollar una ética de responsabilidad entre los futuros residentes de la comunidad respecto a los residuos. Además de los potenciales beneficios futuros, los programas orientados a los niños y jóvenes pueden tener una recompensa inmediata al llevar a casa, a sus padres, los mensajes referentes a reciclaje y otros métodos de gestión de residuos.

3.3.4. Canales de comunicación: estrategias de

Una estrategia de educación y participación debe ser diseñada en base anual de manera que sus objetivos sean alcanzados. Algunos aspectos que deben ser incluidos en estos planes son:

- Temas o desafíos principales a ser enfrentados.
- Metas a ser alcanzadas.
- Actividades y eventos para lograr cada una de las metas.
- Recursos disponibles (fondos, voluntarios y apoyo de la comunidad) para cada actividad y evento.



- Cronograma de trabajo que coordine los esfuerzos de educación del público con la implementación del programa y considere actividades y eventos estacionales tales como una campaña, recolección de fondos, etc.
Existe una amplia gama de actividades y eventos posibles que pueden ser incluidos

en un plan de educación al público. **Las actividades escogidas deben promover y complementar las opciones específicas de gestión de los residuos sólidos que están siendo consideradas o implementadas** como parte del programa de la comunidad en este campo. Por ejemplo, si la primera prioridad es la implementación de un programa de recuperación y clasificación en origen de materiales reciclables, entonces debe darse énfasis a los programas de educación dirigidos a este fin.

Las actividades propuestas dentro de un programa de educación deben también satisfacer las necesidades de información de la comunidad y deben encontrarse dentro de los límites presupuestarios y de recursos de la comunidad. En algunos casos, será recomendable llevar a cabo proyectos pilotos de educación del público a más pequeña escala. Este tipo de iniciativas puede ser un perfecto campo de prueba para la generación de nuevas ideas. Las enseñanzas sacadas de estos proyectos pueden ser incorporadas a proyectos de mayor envergadura en la medida que el programa consiga el apoyo del público.

Los medios de comunicación específicos que se pueden emplear en las ciudades los podemos dividir en "medios troncales" y "medios directos", a saber:

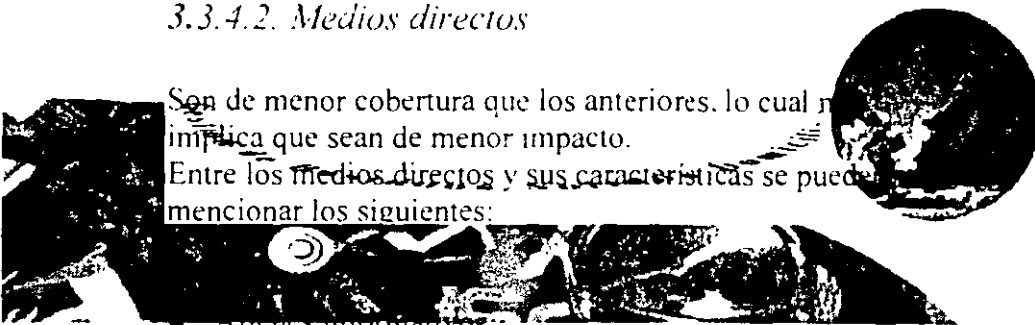
3.3.4.1. Medios troncales o de comunicación masiva.

Como medios troncales podemos considerar los periódicos, radioemisoras, TV. A nivel local es posible desarrollar estrategias de acuerdo con los medios disponibles en periódicos de circulación local o radioemisoras locales, con programas o publicaciones desde el municipio.

3.3.4.2. Medios directos

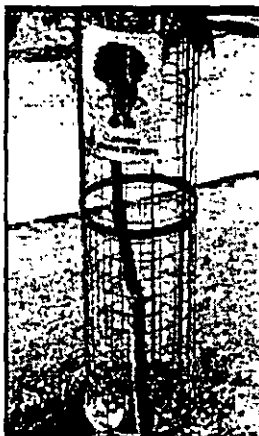
Son de menor cobertura que los anteriores, lo cual implica que sean de menor impacto. Entre los medios directos y sus características se pueden mencionar los siguientes:

- Folletos informativos
- Exposiciones explicativas
- Participación de las autoridades locales.



Capítulo 3

Participación y educación del público



Para llegar a los clubes deportivos, juntas de vecinos, centros de madres, hogares de niños y otras organizaciones sociales de las distintas comunas, se hace necesaria la participación de autoridades locales, a través de un consejo asesor o un grupo de trabajo específico para proveer un marco organizacional a fin de instruir y hacer participar a la ciudadanía agrupada

- *Charlas y exposiciones en escuelas y colegios*

Las charlas y exposiciones están orientadas a educar y sensibilizar a niños y jóvenes, según objetivos descritos en párrafos anteriores.

Se deberán formar monitores y líderes dentro de los profesores y alumnos, de manera que participen en las charlas y exposiciones y mantengan sus efectos en el tiempo

- *Concursos de afiches*

Se podría proponer la creación de un concurso de afiches a nivel de educación básica, media y universitaria exclusivamente dedicado al tema de recuperación en origen y reciclaje de materiales de residuos

Los afiches ganadores podrían servir de base para el lanzamiento de la campaña de recuperación/reciclaje



3.4. Costos y financiamiento de los programas.

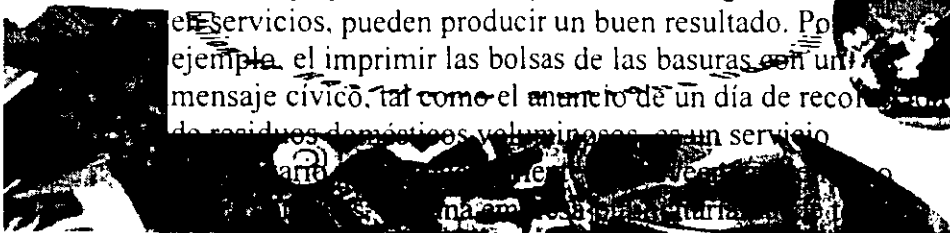
Los programas de educación y participación del público para la gestión de los residuos sólidos municipales no deben ser necesariamente muy costosos. No obstante, se requiere de un compromiso determinado de parte de las autoridades locales respecto a fondos y tiempo necesario de personal para planificar y coordinar un programa exitoso. Este costo es pequeño cuando se consideran los beneficios que recibirá la comunidad de la implementación de estos programas, que promueven una gestión adecuada de los residuos sólidos: disminución de los volúmenes a recoger, minimizando las toneladas (por ejemplo, mejorando el quipo), un ambiente más limpio (reduciendo la contaminación del vertedero, así como también la contaminación por olores y plagas) y la participación comunitaria.



programas, que
residuos sólidos:
por ejemplo
minimizando los
quipo), un
del vertedero, así
laciones

A pesar que la competencia por conseguir contribuciones en dinero de la comunidad es difícil, siempre que sea posible los planificadores deben buscar ayuda en ella.

Las ideas novedosas, un planteamiento estratégico, una cantidad pequeña de dinero y una cantidad grande de servicios, pueden producir un buen resultado. Por ejemplo, el imprimir las bolsas de las basuras con un mensaje cívico, tal como el anuncio de un día de recolección de residuos domésticos voluminosos, es un servicio



para sí la tarea de producir un video que muestre a los residentes cómo se produce la separación en los hogares. Este mismo video puede ser mostrado a grupos cívicos por miembros de un grupo voluntario. Muchos clubes y

*Capítulo 3**Participación y educación del público*

eventos comunitarios. Muchos negocios que entregan material publicitario a sus clientes a menudo están dispuestos a anunciar eventos especiales y exhibir mensajes promocionales

Una gran cobertura en medios de comunicación, tales como artículos en los periódicos, entrevistas radiales y anuncios en los servicios públicos, son maneras de comunicarse a bajo costo con cientos y hasta miles de miembros de la comunidad, e informar sobre la planificación de eventos especiales de recolección y metas conseguidas. A pesar que la contratación de espacios publicitarios es también un método posible, aunque bastante más costoso, la publicidad cuidadosamente diseñada y bien planificada puede valer bien su costo. En algunos casos es posible que el comercio local suscriba los costos de publicidad si se menciona debidamente este hecho.

A modo de ejemplo se presenta en Anexo 1 un proyecto piloto de educación ambiental para el tratamiento en origen de los R S D, de la ciudad de Antofagasta, Chile.





Bibliografía

MIDEPLAN/CHILE. Planes de desarrollo comunal. 1996.

Darquea, Gonzálo. El plan local estratégico y participativo. Sevilla IULA.

Kokusay kogyo Co., Ltda. Estudio del plan maestro sobre residuos sólidos industriales en la región metropolitana de la República de Chile.

Mideplan/Chile. Residuos sólidos: estudio y planes de manejo. 1997.

Temas de administración. Gestión de Residuos sólidos urbanos e impacto ambiental. 1991.

Mideplan/Chile. Manual Instructivo de apoyo a los municipios para la fijación de tarifas por servicios de aseo. 1996.

OPS/OMS. Análisis sectorial de residuos sólidos en Uruguay. 1996.

Banco Mundial. Political Economy of the environment (Module 4)
"Participation in national environmental strategies". 1998.

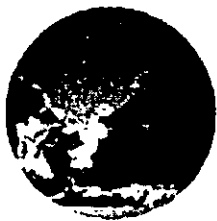




Actividades de Aprendizaje

1 Trabajo con Módulo Guía

- 1 - Caracterice el modo de gestión de RSU en su localidad, resalte la forma como se está beneficiando o perjudicando el manejo de los R.S D.
- 2 - Examine el plan de inversión municipal o el presupuesto de su localidad. En base a ello responda: hay proyectos o asignaciones específicas para el manejo de los R S D ?, qué acciones promovería usted para modificar la situación encontrada?
- 3- Explícite las diferentes modalidades de participación de los distintos actores sociales, (sindicatos, empresarios, organizaciones sociales, tecnócratas, políticos,) que intervendrían en el diseño del plan de participación ciudadana por usted propuesto
- 4 - Analice la forma de la participación de la ciudadanía en el manejo integral de los R S D en su comunidad
- 5 - Cree usted que la población está dispuesta a pagar por la prestación de un servicio de manejo de R S D ? Cree usted que los niveles de ingreso de la población de su localidad permiten introducir sistemas de tarifa? Que alternativas sugiere?
- 6 - Piensa usted que debe ser subsidiado o autofinanciado el servicio de recolección de basura? Que otras alternativas considera viables y eficientes? Cuál es la institución responsable en su medio para el tratamiento de esta problemática? Qué acciones lleva a cabo?

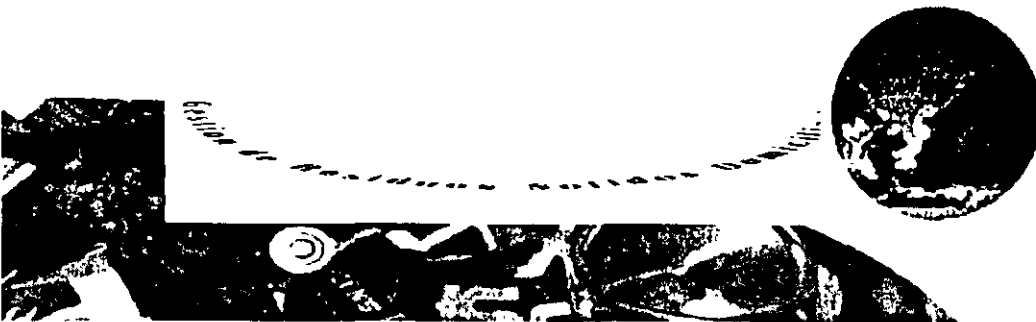


Actividades de Aprendizaje

1 Pautas para recopilar información

a - Indague a nivel de Universidades, organismos no gubernamentales, centros de investigación, oficinas públicas y cámaras de comercio implicados en esta temática, sobre la posible existencia de estudios, monografías, tesis y propuestas, que le puedan facilitar el desarrollo de su proyecto para el Curso

b - Explore en los medios masivos de comunicación, revistas especializadas y publicaciones sobre el tema, los lineamientos, recomendaciones y propuestas que se hacen para el manejo de los R S D a nivel local

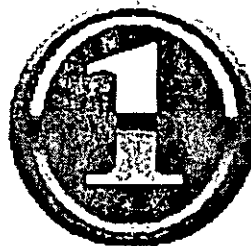




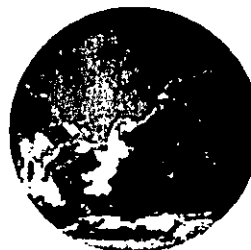
70



Anexo



ciudad de Antofagasta, Chile



11

Resumen de plan de manejo ciudad de Antofagasta. Chile.¹

Diagnóstico de la situación actual

1. Inventario y caracterización de los residuos sólidos.

Utilizando muestreos y encuestas en terreno se realizó una estimación de la cantidad, composición y/o caracterización de los residuos sólidos domiciliarios, comerciales, industriales y hospitalarios de la ciudad

En el cuadro que sigue se muestra un resumen de la generación, para el año 1995, de residuos sólidos domiciliarios y comerciales

Cuadro Nº 1

Generación de residuos sólidos urbanos, Antofagasta. 1995

	Componente Residencial	Comercial
	(Ton/año)	(Ton/año)
Papeles y cartones	11.046	914
Plásticos	6.568	323
Vidrios	5.025	174
Metales	4.762	538
Otros ²	9.289	2.154
Total	54.737	4.680

En cuanto a la caracterización de los R S D, los principales resultados obtenidos por estrato socio-económico en el 1995, se figuran a continuación:

¹ Fuente: Estudio y Plan de Manejo de Residuos Sólidos en la ciudad de Antofagasta. MIDEPLAN. 1995

² La fracción de otros incluye textiles, gomas, neumáticos, maderas, residuos peligrosos, escombros, entre otros.



Cuadro N° 2

Generación y composición de residuos sólidos domiciliarios por nivel socio-económico, Antofagasta³.

Estrato alto	Estrato lujo	Estrato alto medio	Estrato bajo	Estrato Promedio ⁴		
Producción per capita 1,43 0,72 0,73 0,56 0,66 (Kg/hab/día)						
Generación anual 1.466.176,3 24.374.271,1 4.547.373,2						
Densidad aparente de los RS (kg/m ³) 187,1 187,1 196,0 225,5 210,08						
Componentes principales de los RS (% base húmeda)						
- materia orgánica	38,44	42,19	32,56	32,44	32,97	
- papeles y cartones	22,17	18,96	22,94	17,66	20,18	
- plásticos	14,10	8,83	12,62	11,53	12	
- vidrios	10,05	9,62	8,97	9,3	9,18	
- metales	7,96	4,08	7,46	10,14	8,7	
- otros	7,28	9,97	15,45	18,96	16,8	
Humedad 30,2 30,18 25,64 27,51 26,84 (% base húmeda)						

³Corresponde a la base y generación total en la ciudad

⁴Corresponde a un promedio ponderado de acuerdo a la generación de cada nivel socio-económico



Cuadro N° 3

Composición de residuos sólidos de origen comercial, comparación entre comunas de Santiago y ciudad de Antofagasta.

Componentes % Comuna comercial comercial-mixta.	Antofagasta	Santiago ⁵ Comuna comercial	Santiago Comuna comercial-mixta.
Materia orgánica	12,32	38,5	37,1
Papeles y cartones	19,54	23,9	19,1
Escorias, cenizas y lozas	---	5,4	13,5
Plásticos	6,9	15,3	9,8
Textiles	---	4,4	5,9
Metales	11,5	2,3	3,1
Vidrios	3,72	2,7	1,4

Caracterización de los residuos sólidos industriales

La metodología utilizada consistió en una encuesta enviada a un grupo de empresas. Sin embargo, aquellas que contestaron no proporcionaron toda la información requerida, necesaria para determinar factores de generación de residuos para las diferentes actividades industriales. Tampoco fue posible conocer los volúmenes de generación de residuos, puesto que, además de lo anterior, no se dispone de información desagregada de producción física y número de empleados de las actividades industriales para la ciudad de Antofagasta, sólo se cuenta con información de la totalidad de la región.

Inventario y caracterización de residuos sólidos hospitalarios

Para contar con una estimación aproximada sobre la cantidad y caracterización de los residuos sólidos de origen hospitalario y sanitarios, se realizaron entrevistas a los hospitales públicos y privados de la zona en estudio.

Se determinó que todos los centros hospitalarios encuestados depositan sus residuos sólidos-cenizas provenientes de incineración y desechos asimilables a domésticos- en el vertedero municipal. Cabe agregar, además, que de acuerdo a los valores informados, los factores de generación no son comparables en orden de magnitud, esto principalmente porque los recintos hospitalarios entrevistados desconocen los volúmenes de residuos que generan, por lo cual la información entregada es muy relativa.

⁵ Fuente: datos sobre Santiago. Rojas M. "Proyección de la generación de residuos sólidos urbanos y su incidencia en el futuro manejo". U. de Chile, abril de 1994.



2. Recolección y Transporte de los residuos sólidos domiciliarios e industriales

Servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos domiciliarios

El servicio de aseo público de la ciudad de Antofagasta es gestionado, dirigido y operado por la municipalidad y por empresas contratistas. Para este efecto cuenta con personal propio para las labores de recolección y transporte, y con empresas privadas (TASUI) subcontratadas para la limpieza viaria y para la operación del vertedero municipal.

Pre-recolección

La disposición de los residuos sólidos es diferencial de acuerdo a los estratos sociales. Así, se presenta la siguiente situación:

En los estratos altos, la tendencia predominante es que las casas tengan canastillos externos donde depositan las bolsas, por otro lado, en el sector de Jardines del Sur, la recolección de basura se realiza puerta a puerta, sacándola los operarios desde el interior de cada vivienda.

En los estratos medio y bajo, la basura se dispone en cualquier tipo de envases, tales como bolsas plásticas de distintos tipos, cajas de cartón, cajones, tarros y recipientes diversos. En los sectores bajos la situación se presenta más crítica, puesto que la basura se deposita en las calles sin respetar mayormente los horarios de recolección.

Equipos de recolección y transporte.

La municipalidad cuenta con 16 camiones recolectores de caja cerrada, 9 de los cuales han sobrepasado largamente su vida útil, y 2 camiones toiva, para realizar los servicios de recolección y transporte, además, posee 3 camionetas para labores de apoyo y control.

Cobertura de recolección

La frecuencia de recolección es de dos veces por semana, a excepción de los sectores centro de la ciudad y Jardines del Sur, donde la frecuencia es de 3 veces a la semana.

El horario de recolección es diurno, salvo en el área comprendida entre las calles Riquelme, Av. Grecia, General Velásquez y Manuel Rodríguez, en donde esta se realiza por la noche.



En cuanto a los recorridos, en repetidas ocasiones no se respetan las rutas ni horarios establecidos y, en ocasiones, tampoco se respetan las frecuencias o éstas se modifican.

Limpieza Balnearios

En la localidades de Coloso y Huáscar, la municipalidad presta servicio de recolección y transporte una vez a la semana, que aumenta a dos veces durante el periodo de verano, incluida la limpieza de playas. En la localidad de Juan Lopez existe recolección dos veces a la semana, incluyendo limpieza de playas, solo durante el verano. En la localidad de "Km 12" no se realiza recolección en ninguna época.

Frecuencia de viajes a vertedero

Esta es de 1,5 veces/día, en promedio. Esta frecuencia no es uniforme en los diferentes días de un mismo mes por camión, ni tampoco entre los diferentes camiones. Se ha observado que existen muchos tiempos muertos, debido a fallas mecánicas de los camiones, detenciones prolongadas de los mismos en horas de comidas, e incluso en algunos casos para selección de basuras con valor comercial, entre otras razones.

La cobertura del servicio de recolección y transporte es cercana al 99% de toda la ciudad. Si bien este porcentaje puede considerarse aceptable, la calidad del servicio es regular y, en algunos sectores, deficiente.

Servicio de recolección y transporte de residuos sólidos industriales.

Una gran proporción de las empresas productivas, comerciales y de servicios de la ciudad manejan en forma directa la recolección y transporte de sus residuos sólidos -incluyendo los asimilables a domésticos- a través de personal y camiones propios, subcontratos a terceros o alguna combinación de estas alternativas.

El servicio de recolección y transporte municipal atiende a ciertos sectores de la actividad comercial y de servicios, como son el sector comercial céntrico, colegios, hospitales y actividades comerciales menores distribuidas en la ciudad. Este corresponde al sistema habitual de recolección de rutas definidas, o bien a servicios de diseño especial, como el correspondiente al sector céntrico. Las modalidades de extracción, recolección y transporte antes descritos se efectúan en cualquier día y hora de la semana, dentro de los días y horas de atención del vertedero municipal -al menos las actuaciones controladas- salvo el servicio municipal que si tiene calendario y horas de atención.



Anexo 1 *Resumen de plan de manejo ciudad de Antofagasta, Chile*

3. *Servicios de limpieza viaria y lugares de uso público.*

La limpieza de los sectores centro-norte, central y centro-sur es realizada por la empresa privada TASUI. El resto de la ciudad es atendido directamente por la municipalidad, con personal propio y con el apoyo de 12 personas de la empresa antes mencionada.

Las características principales del servicio se pueden describir de la siguiente manera:

- **Modalidad de aseo:** La limpieza de calles y lugares públicos se realiza en forma manual. Esta cubre los principales sectores de la ciudad en donde las calles y aceras cuentan con algún tipo de pavimento: hormigón, adcretos, baldosas.

- **Equipos de aseo:** La empresa TASUI cuenta con carros lutocares -carros plásticos con ruedas-, escobillones, palas, y otros, todos en buen estado de conservación.

La municipalidad, en cambio, no cuenta con estos equipos, realizándose el barrido con acumulación directa en las calles, siendo recogida más tarde por el camión recolector.

- **Rendimiento de los trabajadores:** La empresa TASUI cuenta con alrededor de 52 personas para cubrir la limpieza de los cerca de 105 kilómetros lineales de calles: esto significa un rendimiento promedio de 2.020 metros por persona.

4. *Tratamiento y disposición final de los residuos sólidos en la ciudad de Antofagasta.*

* *Vertedero municipal actualmente en uso: La Chimba.*

El vertedero municipal de la ciudad de Antofagasta se encuentra ubicado en el sector del parque nacional La Chimba, a una distancia aproximada de 12 km. al norte de la ciudad, en un predio, propiedad del Ministerio de Bienes Nacionales, es utilizado desde el año 1970 y tiene una superficie de 93 ha. ocupándose actualmente un área de trabajo de 3 ha.

En las zonas vecinas al mismo cerrado, y en todo el predio del vertedero, (es decir, dentro de las 93 ha.), se puede botar prácticamente cualquier tipo de residuos, sin organización, fiscalización ni control alguno. Esta situación da origen a la existencia en el sector de "cachureros", (o



recolectores informales al interior del vertedero, que recuperan material desde la masa de residuos acumulados) muchos de los cuales tienen sus viviendas en el mismo predio.

Las direcciones predominantes de los vientos existentes es de Sur-Oeste y Norte, con una frecuencia mayor de la dirección Sur-Oeste, con lo cual, los olores que se producen en el vertedero son mayoritariamente arrastrados hacia zonas deshabitadas

Disposición de Residuos

El vertedero actualmente en uso comenzó a funcionar en abril del año 1993. El horario de atención es diurno, pero se cuenta con un servicio de portería y vigilancia durante las 24 h del día. Los residuos que se depositan en el vertedero corresponden principalmente a los recolectados por el municipio.

También ingresan al vertedero otro tipo de residuos transportados por particulares, dentro de los cuales se incluyen residuos comerciales, industriales, residenciales, hospitalarios, y otros. La Municipalidad no cobra a los particulares por disponer sus basuras en el vertedero ni en ningún lugar del predio. Sin embargo, la municipalidad es responsable de su mantenimiento y preservación ambiental y sanitaria.

Características del terreno

El área donde está ubicado el vertedero corresponde a una terraza marina que se desplaza hasta los contrafuertes de la Cordillera de la Costa. Los suelos se caracterizan por ser ligeramente ondulados, ocupando una posición de plano inclinado. Son profundos, de texturas normalmente arenosas y de buen drenaje.

El agua subterránea es prácticamente inexistente debido a la escasa precipitación y tamaño de la hoja aportante.

Control de acceso e instalaciones de infraestructura física

El sitio del vertedero, 3 ha, está cercado en todo su perímetro por panderetas de hormigón y cuenta con un portón de entrada.

La vía de acceso es de tierra y se encuentra en un estado de conservación deficiente. Esta vía cruza, en toda su superficie, áreas de basurales de gran extensión.

Cabe agregar que las instalaciones del personal de vigilancia son altamente inadecuadas, a lo cual se agrega que el vertedero está rodeado de un gran basural, generando deficientes condiciones de trabajo. Por otra parte, el personal no cuenta con implementos de trabajo y seguridad que requiere la tarea, como tampoco con un programa de salud.

El sistema de pesaje de los camiones recolectores municipales, se encuentra ubicado a una distancia del orden de 3,5 km con respecto al lugar de ingreso al vertedero, lo cual dificulta el control de los mismos. Entre tanto, los camiones particulares no son pesados y su control es solo visual.



Técnicas y modalidad de operación

Los residuos son depositados directamente sobre el suelo, aprovechando la depresión del terreno existente. El material de recubrimiento se extrae del mismo sitio mediante un cargador frontal

La técnica de construcción del relleno y el manejo del vertedero son totalmente inadecuados. Las capas de relleno, (basura), tienen un espesor demasiado alto (mayor a 6 m) y no existe un plan de relleno por medio de celdas, sino que la basura se bota y acumula en distintos frentes de trabajo, según la disponibilidad de terreno

Normalmente las basuras no son cubiertas de inmediato lo que provoca la permanencia y proliferación de una gran población de plagas, especialmente jotes, que se constituyen en elementos de probable transmisión de enfermedades

No se verificó la ejecución de un adecuado y permanente programa de control de vectores como ratas, pulgas, moscas o mosquitos u otro tipo de control sanitario

** Botaderos municipales abandonados*

Los botaderos abandonados de la ciudad se concentran principalmente en parte del predio actualmente en uso por la municipalidad y en las quebradas ubicadas en la zona norte del mismo. Estas zonas fueron utilizadas por la municipalidad durante los años 1970 a comienzos de 1994, para disponer la basura a "cielo abierto", siendo abandonada sin un tratamiento adecuado de cobertura de cierre, y sin una política de recuperación del suelo, por lo cual la basura aún se encuentra expuesta. Lo anterior, además de los problemas sanitarios, atrae la presencia de "cachureros", que exponen constantemente al ambiente nuevos frentes de basuras

** Botaderos ilegales más relevantes.*

Los botaderos ilegales más relevantes, definidos por la extensión de terreno que cubren, el volumen de basuras presente, la permanencia estable en el tiempo y los posibles impactos ambientales y sanitarios negativos, están localizados en las quebradas y pendientes de cerros en los lugares altos de la ciudad, y dispersos en el plano de la misma. En la mayoría de ellos, predominan los escombros y otros materiales secos inertes, con lo cual se reducen sus impactos negativos tanto ambientales como sanitarios

En general, todas las quebradas que tienen acceso para vehículos han sido, y son, usadas en algún momento como vertederos. Entre ellas se encuentran las quebradas de Bonilla, Salar del Carmen o Caracoles, y la Cadena, que sirvió antiguamente de botadero a cielo abierto



* *Tratamiento de residuos bio-médicos y quirúrgicos*

El Hospital Regional y la Clínica Central cuentan con incineradores para tratar los residuos biomédicos y quirúrgicos y biológicos. Las cenizas, residuos de este sistema de tratamiento, son depositadas en el vertedero municipal. El Hospital Regional también presta servicios de incineración de residuos peligrosos y contagiosos a otros servicios públicos y privados.

5 *Organización administrativa para los servicios de aseo*

Para cumplir su mandato legal en materia de aseo, la Municipalidad de Antofagasta cuenta con una Dirección de Aseo, la que fue reorganizada a partir de la anterior Dirección de Aseo y Ornato. Esta consistió en transferir las funciones de la unidad de ornato a la recién creada Dirección de Medio Ambiente y Ornato.

En esta dirección trabajan 102 personas y los cargos de jefaturas superiores son un director de aseo y un jefe del departamento de aseo. Por otra parte, se cuenta con una unidad de mantención, de 9 funcionarios, y una planta administrativa general de 12 funcionarios.

6 *Sistemas económicos y financieros municipales*

En esta sección se revisa la situación de la municipalidad respecto a los costos del servicio de aseo y los cálculos tarifarios del mismo.

a) *Costos del Servicio de Aseo Municipal*

Las tarifas del servicio de aseo se determinan de acuerdo a lo señalado por la Ley de Rentas Municipales. Se determina el costo real anual del servicio de aseo domiciliario y se distribuye dicho costo por igual entre los usuarios. Este valor regirá para los usuarios al año siguiente. Cabe recordar que aquellos ocupantes de predios cuya tasación sea inferior a 25 UF están exentos de este pago.



Cuadro N° 4

Costo del servicio de aseo ciudad de Antofagasta, y tarifas periodos desde 1989 a 1994.

ANTOFAGASTA PERIODO					
	7/89-6/90	7/90-6/91	7/91-6/92	7/92-6/93	7/93-6/94
Costo real del servicio en \$:	115 213 517	156 886 173	179 489 291	243 840 416	358 212 704
Total de usuarios(N°)	42 443	43 721	44 928	51 790	55 712
Tarifa anual usuario (en \$)	2 715	3 588	3 995	4 708	6 430
Generacion de basura Ton	34 372	38 642	41 443	43 621	46 813
Costos unitarios:					
\$/ton basura	3 352	4 060	4 331	5 590	7 652
UF/ton basura	0,56	0 54	0,50	0,57	0,68
\$/l de basura	0,90	1,16	1,16	1 51	2,07
UF/m3 de basura	0 15	0 15	0 13	0 15	0 19

Se observa que en los periodos 92/93 y 93/94 hubo un incremento en los costos unitarios de los servicios de aseo de un 14% y un 18% respectivamente. Estas alzas se deben principalmente a la contratacion de servicios de terceros para servicios de vigilancia y aseo de oficinas y, mayoritariamente, a incrementos de los servicios prestados por contratistas en la actividad de "reacondicionamiento del basural", las cuales, sin embargo, no han incidido apreciablemente en las operaciones del vertedero "La Chimba".

b. Aspectos financieros

En el cuadro que sigue se muestra un resumen de la situacion tarifaria de los servicios de aseo en la ciudad, y su efecto financiero sobre el presupuesto municipal



Cuadro N° 5

Tarifas y sus efectos financieros sobre el Presupuesto Municipal

	Periodo julio/93 a junio/94 Antofagasta
Costo anual servicio aseo⁶	
- Usuarios:	\$ 358 212 704
N° total usuarios	55 712
N° total predios afectados	12.586
N° total de patentes	6 323
% predios exentos	76%
Tarifa del servicio de aseo (por hogar)	\$6 430
- Ingresos municipales por servicio de aseo ⁸	\$ 121 584 870
- Déficit presupuestario municipal por servicios de aseo ⁷ .	\$ 236 627 834
- % de déficit respecto al costo total	66%

Del cuadro anterior se desprende que solo un 24% de los usuarios del servicio de aseo domiciliario paga el derecho municipal

⁶ Todas las cantidades son en N° pesos de 1994

⁷ Se consideran solo los ingresos percibidos por el servicio de recolección normal. Es decir, no se han contabilizado los ingresos percibidos por los servicios de recolección especial que no afectan significativamente el análisis.



Anexo 1 *Resumen de plan de manejo ciudad de Antofagasta, Chile*

Evaluación general de la situación actual de la gestión y manejo de los residuos sólidos

1. Clasificación, acopio y almacenamiento en origen.

RS domiciliarios y comerciales.

En la ciudad de Antofagasta, no existe un programa establecido de acopio, clasificación y almacenamiento en origen de residuos sólidos reciclables residenciales y comerciales.

Tampoco se aprecia una actitud voluntaria de las personas de separar sus basuras, según el potencial de reciclaje o según los riesgos de accidentes que puedan ocasionar al personal de recolección (por ejemplo: cortaduras por vidrios).

RS industriales

No fue posible estimar factores de generación de residuos sólidos para las diferentes actividades industriales manufactureras, debido a que las empresas en cuestión no proporcionaron toda la información requerida, o bien, no contestaron la encuesta enviada.

Factores internacionales de generación de residuos industriales sólidos

En subsidio a lo anterior se procedió a intentar estimar los volúmenes de generación de residuos industriales sólidos, a partir de las tasas de generación de desechos sólidos según los modelos INVENT⁸ (kg/mes/Nº) y de la Organización Mundial de la Salud (1990) (Eq. 9), pero tampoco fue posible al no disponerse información específica de la producción física y/o número de empleados de las empresas, desagregado para la ciudad de Antofagasta.

En todo caso, el tema de los residuos industriales manufactureros, durante la importación de esta ciudad tiene problemas más serios respecto a los RS domiciliarios, y carece de una industria manufacturera relevante en cuanto a tamaño y cantidad de residuos

2. Recolección y Transporte

Con una frecuencia de recolección de 2 días a la semana en prácticamente toda la ciudad, y con 3 días a la semana en el sector de Jardines del Sur, la población atendida, de acuerdo a cifras proporcionadas por la municipalidad, alcanza al 99% del total, con una regular calidad del servicio en opinión también de la municipalidad. Sin embargo, la ciudad presenta cierto desaseo generalizado, en especial en los sectores periféricos altos, así como también se destaca la presencia de numerosos microbasurales en la vía pública, lo cual permite suponer que el servicio de aseo, recolección y transporte es mucho más deficiente que lo que se puede inferir.

Un problema que se manifiesta con características graves, es que la municipalidad no brinda un adecuado servicio de recolección de desechos especiales, escombros u otros. De esta forma, la población se ve obligada a disponer por sus propios medios de dichos desechos, ya sea botándolos directamente en la vía pública o en basurales ilegales, o pagando a terceros para su recogida y transporte, lo cual, en la mayoría de los casos, tampoco asegura su disposición en el vertedero autorizado.

Con respecto al cumplimiento de frecuencias y horarios de recolección, se ha podido comprobar que en el servicio de recolección y transporte existe una especie de anarquía, debido a la mínima programación de rutas de recolección y a una importante no observancia y respeto de las rutas y horarios.

3. Limpieza viaria y lugares de uso público.

De acuerdo a publicaciones de la Asociación Americana de Trabajos Públicos, las frecuencias de limpieza recomendadas para diversos sectores son las que siguen:

- Sectores céntricos: frecuencia diaria, con limpieza nocturna cuando sus calles están libres de tráfico y autos estacionados (recomendación para limpieza mecánica)
- Sectores de tráfico moderado: frecuencia semanal
- Sectores residenciales: frecuencia una vez cada 2 semanas

De acuerdo a estas normas, el servicio de limpieza viaria y lugares de uso público de Antofagasta cumple con los cánones normales y usuales de frecuencia para sectores céntricos.



4 Tratamiento y disposición final.

Actual vertedero en uso.

Como se exponía en el punto anterior, el manejo técnico, ambiental y sanitario de la operación del vertedero es totalmente inadecuado. Además, en el vertedero no se da cumplimiento a la legislación sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo y no cuenta con los permisos del Servicio de Salud para su instalación y operación.

El vertedero presenta problemas de contaminación del aire, básicamente olores, sanitarios y paisajísticos. En cambio, por las condiciones de clima y suelo, no existe generación de biogás relevante.

Vida útil del actual vertedero

Si el análisis se remite al cumplimiento de la normativa legal, el actual vertedero debería ser clausurado.

Si en el futuro inmediato se da cumplimiento a la normativa legal vigente, el relleno se maneja en forma adecuada -con un buen plan de construcción de celdas- y en armonía con el medio ambiente, y fuera el área disponible de al menos 20 ha., la vida útil del vertedero puede estimarse de 10 a 15 años.

Residuos de origen hospitalarios e industriales

Respecto a los primeros es posible afirmar que los hospitales y clínicas de la ciudad de Antofagasta, realizan un manejo adecuado de sus residuos peligrosos mediante la incineración. En relación a los segundos, aproximadamente el 1% de ellos, se puede catalogar como peligrosos. Estos residuos son dispuestos en el vertedero municipal, en el basural externo a este, o en otros lugares ilegales, mezclándose así con residuos no peligrosos. Esto implica que el total de esta mezcla sea potencialmente peligrosa.

5 Administración y Finanzas

Aspectos de administración

La ciudad de Antofagasta carece de una organización formal, de carácter permanente y multidisciplinaria, que este a cargo de la gestión y manejo de los residuos sólidos, a partir del flujo Origen-Recolección-Transporte-Tratamiento-Disposición final. Ello conlleva, además, la ausencia de una planificación integrada, y de definiciones estratégicas de mediano y largo plazo.



Proyecciones y Pronósticos

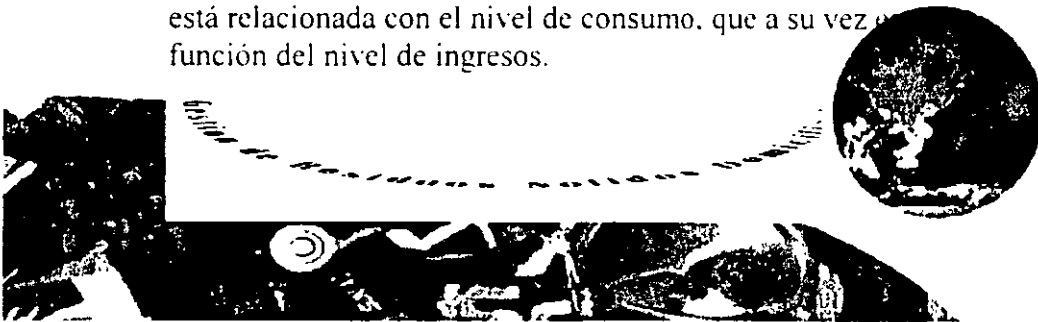
Pronósticos y proyecciones de generación de residuos sólidos.

Residuos sólidos domiciliarios.

Son numerosos los factores que influyen en la producción y composición de la basura domiciliaria. Los estudios que se han realizado a nivel nacional e internacional, demuestran que las características y generación de residuos varían a través del tiempo, de ciudad en ciudad o de un país a otro, según los niveles de ingreso de la población, los hábitos de consumo, el período estacional, las características del área urbana, las políticas sobre reducción y clasificación en origen, reciclaje, entre otras. De la misma forma, las proyecciones de generación y composición presentan tendencias no esperadas.

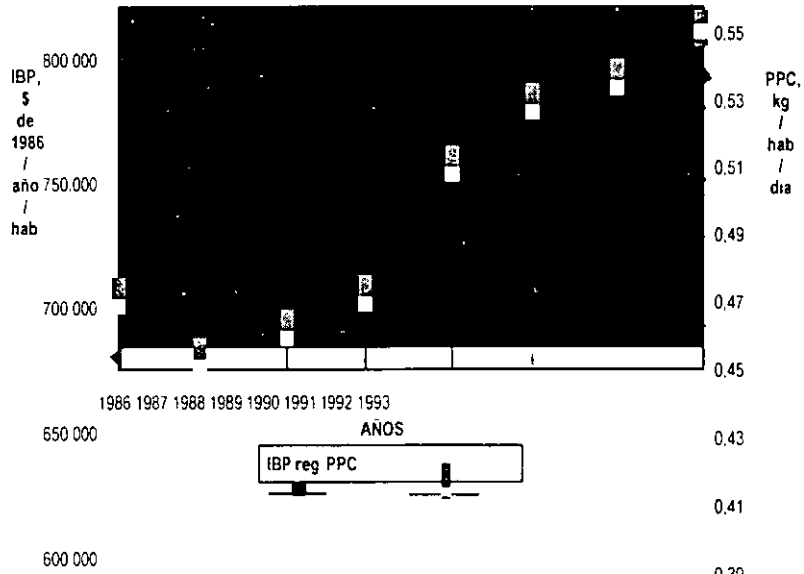
Proyecciones de generación de residuos sólidos domiciliarios.

En numerosos estudios se ha logrado establecer la dependencia directa, y con un muy buen nivel de correlación, de la producción per cápita de basuras (PPC) con el nivel de ingresos de la población. Esta dependencia resulta evidente considerando que la producción de basuras está relacionada con el nivel de consumo, que a su vez es una función del nivel de ingresos.



Cuadro N° 6

Producción per cápita de basuras en la ciudad de Antofagasta en función del ingreso bruto per cápita regional (IGPR).



Para modelar la generación de residuos sólidos, se puede pensar en la teoría de la función consumo keynesiana la que hace depender el consumo agregado (a nivel macroeconómico) del nivel de ingreso de la población, dada esta situación, podemos deducir, en forma lógica que la generación de residuos (que depende en forma directa del consumo), dependerá en forma directa del ingreso agregado. El modelo de generación de basuras, para Antofagasta, que mejor representa la serie histórica del cuadro anterior es el siguiente

$$(PPC)^* = 0,0023 + 7 \times 10^{-7} \times \ln (IBP_{reg})$$

El resultado de la aplicación del modelo para la ciudad de Antofagasta, permite predecir la producción futura de basuras. Desde luego estas predicciones son válidas en la medida que se mantengan las mismas condiciones controlantes de la serie histórica en especial las proyecciones de IBP -proyecciones efectuadas por KSB Chile-. Estas se resumen en el cuadro que sigue



Cuadro N° 7

Proyección de residuos para la ciudad de Antofagasta para el periodo 1995-2005

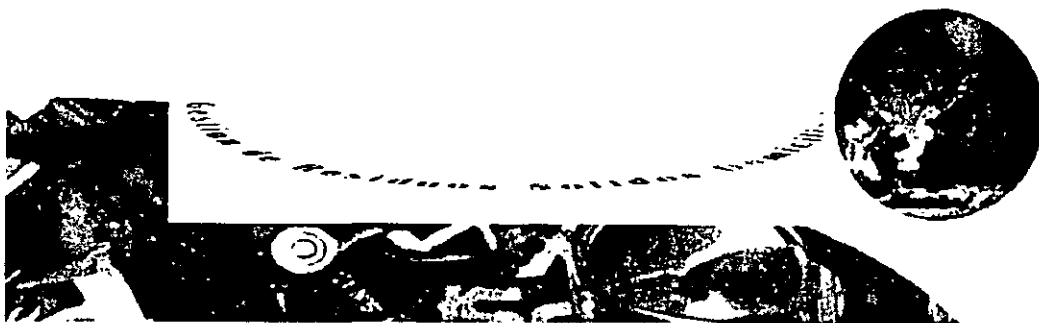
Año (PPC)	Modelo (kg/hab/día)	Población (Hab.)	Basura (Ton/año)		
1995	0,597	238.310	51.950		
1996	0,621	241.911	54.861		
1997	0,646	245.567	57.940		
1998	0,676	249.279	61.478		
1999	0,706	253.046	65.239		
2000	0,738	256.870	69.238		
2001	0,772	260.491	73.416		
2002	0,807	264.164	77.853		
2003	0,844	267.888	82.566		
2004	0,883	271.665	87.571		
2005	0,924	275.495	92.887		

De acuerdo a los valores presentados en la Tabla anterior, la generación de basuras para el año 1995 correspondería a 52 000 toneladas aproximadamente

En contraste con lo anterior, la estimación efectuada en el contexto del Estudio a partir del muestreo realizado en marzo de 1995 indica una generación de aproximadamente 59 000 Ton/año de residuos (54 700 Ton/año de residuos sólidos domiciliarios y 4 300 Ton/año por generación de basuras en el sector comercial de la ciudad)

Las diferencias probablemente se deban a que para la modelación del PPC en función del IBP, los valores de Producto Interno Bruto (P.I.B.) de la II Región para los años 1994 y 1995, fueron estimados, ya que a la fecha de realización del Estudio no se conocían oficialmente

Las cifras señaladas en el cuadro N° 7, son susceptibles de modificarse en función de la aplicación de políticas futuras orientadas a modificar los hábitos de consumo, la reducción en origen, el reciclaje, entre otros



Sitios de disposición final de residuos sólidos

Vertedero actualmente en uso.

Estimación de la vida útil

Cabe señalar que las estimaciones que se presentan a continuación están basadas sólo en el uso físico de los terrenos, sin consideración de acciones legales, políticas administrativas u otras que pudieran disponer el cierre anticipado de los vertederos.

Si se mantiene la situación actual -excluyendo la disminución de residuos sólidos a disposición final, por efecto de los programas de recuperación y reciclaje-, y de acuerdo a las proyecciones de generación de basuras entre los años 1995 y 2005 de aproximadamente 774.610 Ton, se necesitarían 16 ha. para su disposición (supuesta una altura de relleno promedio similar a la actual).

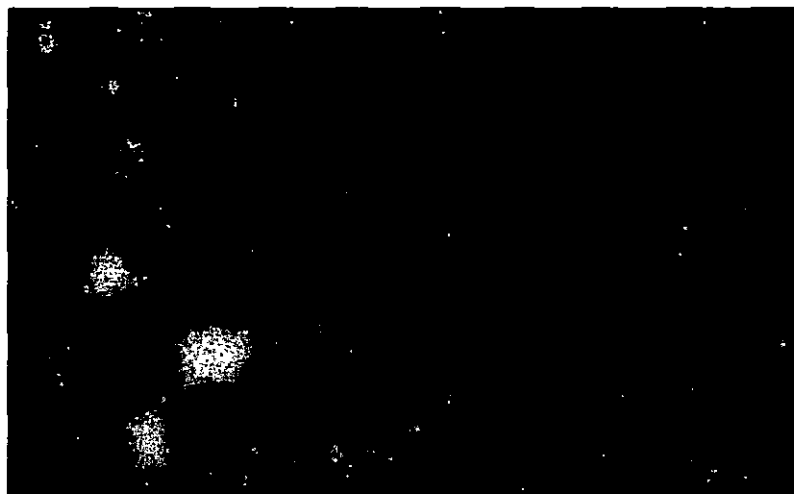
Medidas de corrección para extender la vida útil del vertedero

Con el objeto de mejorar la operación del vertedero, tanto en sus aspectos técnicos y ambientales, como sanitarios, y que permitan sostener el funcionamiento de éste, se recomienda ejecutar las medidas de corrección que se resumen en el cuadro que sigue:



Cuadro N° 8

Medidas de corrección propuestas para la operación del vertedero actualmente en uso.

*Plan director o Plan de manejo*

El Plan Director de las ciudad de Antofagasta contempla los siguientes grandes temas.

- Control de la producción y clasificación de residuos sólidos-reciclaje
- Recolección y transporte Planificación, gestión y mejoramiento del sistema.
- Limpieza viaria
- Análisis técnico ambiental de alternativas de manejo de residuos sólidos
- Recuperación de botaderos abandonados e ilegales
- Análisis de Prefactibilidad económica de alternativas de manejo integral de los residuos sólidos
- Presentación al público de los principales resultados del estudio Formas de participación del público



1 Control de la producción y clasificación de residuos sólidos/reciclaje.

Reciclaje

Aunque no es una técnica nueva, la recuperación, clasificación y reciclaje de residuos se está tornando en un aspecto cada vez más importante de la gestión municipal de los residuos sólidos, toda vez que desvía una porción significativa del flujo total de basuras que se depositan en los vertederos. El reciclaje es más que la sola separación y recolección de los materiales recuperables. Estos tienen que ser re-procesados y reutilizados completando así el ciclo del reciclaje.

Participación comunitaria

Para que un programa de reciclaje consiga sus objetivos requiere en forma insustituible, la colaboración de la comunidad, para lo cual se hace imprescindible lograr su participación en forma decidida, tanto de los particulares como de los comerciantes e instituciones.

Clasificación y Recuperación en origen

El sistema más efectivo de recuperación de materiales de desecho es el logrado por los programas de separación y clasificación en origen.

Para la ciudad de Antofagasta, se recomienda implantar un programa de clasificación en la fuente, con recolección selectiva. Estos programas se refieren a la separación de los materiales de reciclaje en el punto de su generación, esto es hogares, comercio, e instituciones.

a) Recuperación residencial

• Residencias unifamiliares

Este programa debe contemplar, al menos, la separación de los materiales recuperables en tres grandes fracciones: papeles y cartones, botellas de vidrio -blanco y color-, y metales.

En una primera etapa, el almacenamiento de los materiales recuperables debe hacerse en envases económicos y seguros. Para papel y cartón se recomienda el uso de bolsas plásticas de color distinto a las usadas para la basura común. Para el caso del vidrio solo se deben recuperar las botellas, las cuales deberán ser almacenadas, al menos, en cajas de cartón corrugado u otro envase seguro. Con respecto a los metales se



recomienda la separación entre ferrosos y aluminicos, depositándose en recipientes con buena resistencia mecanica, como por ejemplo de material plástico (PVC) .

- **Residencias multifamiliares**

En las residencias multifamiliares, especialmente en los edificios de departamentos, el problema de espacio para almacenamiento es un problema mayor que en el caso de los barrios con residencias unifamiliares. En este caso, una opcion es que los residentes lleven sus materiales reciclables a un area central de almacenamiento dentro del complejo

b) Recuperación Comercial

Los materiales recuperados en los programas de recuperacion comercial incluirán papel de oficina, carton corrugado, periódicos, vidrios. Los programas pueden ser dirigidos, entre otros, a edificios de oficinas, restaurantes, colegios y escuelas, y supermercados.

c) Programas de recolección

- **Centros de Recolección para entrega voluntaria**

Un programa de entrega voluntaria en un centro de recolección requiere que las personas lleven ellas mismas los materiales recuperados a este. Estos centros pueden ser de varios tipos que van desde puntos o lugares de recolección de un solo material, por ejemplo, contenedores dispuestos en distintos lugares públicos, hasta centros dotados de personal para recolección de materiales multiples

Para alentar e incentivar la participación en programas de este tipo, los que han tenido mas éxito han dispuesto los centros de recolección de manera que su ubicación sea lo mas conveniente posible para los usuarios, donde para ellos llevar los materiales es "aprovechar el viaje". También se ha establecido que son convenientes los centros de recolección móviles, puesto que pueden ser trasladados periódicamente a nuevos puntos

- **Programas de recolección en las aceras**

En un sistema de recolección en las aceras, los materiales reciclables clasificados en la fuente son recogidos separadamente de la basura común, tanto en los sectores residenciales como comerciales. Debido al hecho que los residentes y comerciantes solo necesitan transportar los materiales reciclables hasta la acera de su casa o negocio, la participación del público es mucho más alta que en el caso de los programas con centros de recolección voluntaria.



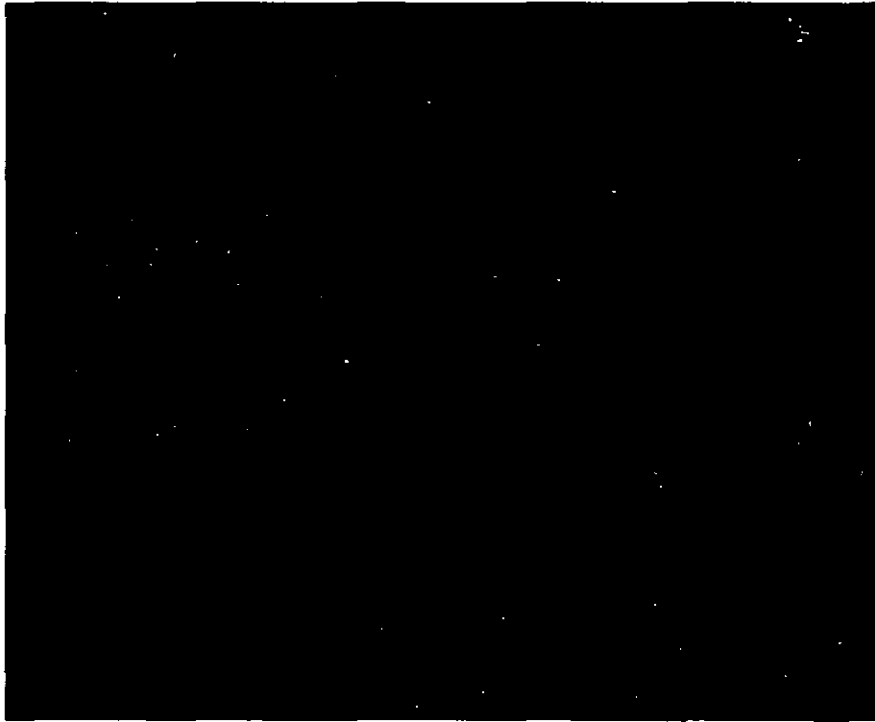
2 Recolección y Transporte. Planificación, Gestión y Mejoramiento del sistema.

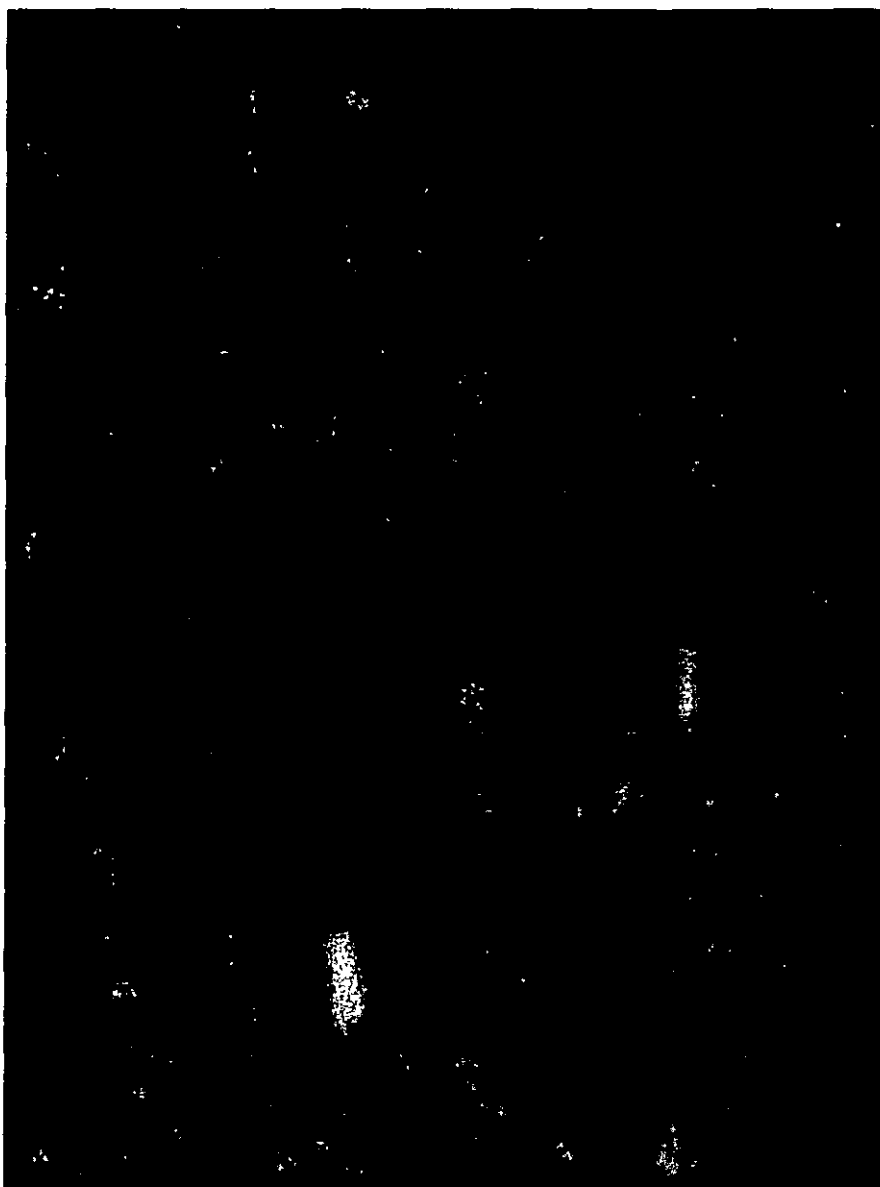
Alternativas de manejo seleccionadas

Las alternativas recomendadas de manejo de basuras, para la ciudad de Antofagasta, se resumen en el cuadro que sigue

Cuadro N° 9

Nuevas modalidades de manejo de residuos sólidos y sus principales ventajas





3 Recuperación de botaderos abandonados e ilegales.

En el Plan de Manejo también se propone el diseño de un plan de recuperación de botaderos abandonados e ilegales, con el fin de controlar probables focos de contaminación, y asegurar que en el futuro estos sitios no seguirán utilizándose como botaderos ilegales

Recuperación de vertederos abandonados

Un plan de recuperación de vertederos contempla las siguientes etapas

- Conocer las características del depósito, considerando:

- Los tipos de desechos dispuestos.
- Estado de los residuos depositados
- Espesor de los residuos
- Estabilidad de la masa de residuos.
- Área total involucrada con dichos residuos
- Periodo de operación del vertedero.
- Accidentes o eventos especiales producidos en el área como consecuencia del depósito.
- Determinación de migración de gases u otros subproductos
- Presencia de vectores sanitarios.
- Posibilidades de avalancha debido a aluviones
- Topografía del sitio

Esta etapa es de suma importancia ya que a través de ella se podrá establecer si se requieren obras especiales e inclusive se puede considerar hasta el retiro de los residuos para posteriormente ser dispuestos en un lugar especialmente acondicionado para ello -esto se conoce como remediación de terrenos-

- Realizar un estudio de los requerimientos de obras adicionales necesarias para el correcto desarrollo del plan de recuperación: muros de cierre, movimientos de tierra, caminos, y otros
- Definición del uso futuro del área recuperada, de acuerdo a las actividades que se desarrollan aledañas al depósito y al plan regulador de la comuna.

Conocido el uso futuro del área se deberá proceder a confeccionar el proyecto, en el cual se deben incluir al-menos:

- Delimitación del área considerada en el plan de recuperación
- Emplazamiento de las obras
- Diseño de la cobertura final del depósito de residuos
- Programa de recuperación del terreno y plan de manejo.



- Programa de mantención y seguridad del área
- Plan de contingencias.

Recuperación de sitios de basurales ilegales

En la mayoría de los basurales ilegales existentes en Antofagasta se han depositado residuos de distintas actividades. Los sitios más importantes en cuanto a tamaño y a efectos negativos ambientales son los ubicados en quebradas, por ejemplo, quebrada El Way, Caracoles, entre otras, y el borde costero

Por esto, es indispensable contar con un programa de trabajo que permitan identificar claramente las características del depósito, sus efectos actuales sobre el medio ambiente y los efectos sanitarios, y las bases para la formulación de un programa de recuperación del área, o de medidas a implementar para revertir efectos negativos originados por la disposición de los residuos

4 Análisis de prefactibilidad económica de alternativas de manejo integral de los residuos sólidos

Las estimaciones de costo-beneficio para el plan de manejo sugerido para la ciudad de Antofagasta se basan en las siguientes consideraciones.

- El servicio de recolección y transporte continúa operando de la misma manera que lo hace actualmente, es decir, la Municipalidad de Antofagasta es la encargada de explotar el servicio
- El actual vertedero de La Chimba será sometido a acciones y construcción de obras de ingeniería, tendientes a proteger al medio ambiente, evitar problemas sanitarios y mejorar su operación. El plazo para realizar tales tareas es de 3 años a partir de 1996, inclusive
- Desde el año 1999 en adelante, el actual vertedero en uso operará como un relleno sanitario propiamente tal, ya sea operado por concesión a una empresa privada o bien operado directamente por la municipalidad
- Los costos asumidos por la municipalidad deben representar el costo real de la explotación

Para el relleno sanitario, se deberá incurrir y cubrir todos los costos de la explotación desde las obras civiles, ingeniería de proyecto y otros hasta el abandono final del sitio del relleno



Recolección y transporte

El costo de recolección y transporte para la municipalidad de Antofagasta es del orden de 0,52 UF/Ton basura (valor para el periodo julio 1993-junio 1994) No se consideraron, en este valor, los leves cambios de costos unitarios producidos cada vez que se incorpora un nuevo camión recolector o cada vez que alguno se da de baja

Si se decidiese entregar el servicio de recolección y transporte a un privado, este costo deberá incrementarse dependiendo de las inversiones (vg compra de camiones nuevos, contenedores, y otros) y el margen de utilidad que éste determine. A modo de referencia, se puede mencionar que el costo de recolección y transporte para la Municipalidad de Concepción, que posee un servicio privado, es de alrededor de 0,9 UF/Ton basura

*Sitios de disposición final.**Costos corrección actual vertedero.*

En cuanto a los costos asociados a las medidas de corrección para el actual sitio de disposición final, el vertedero La Chimba, implicarán un costo de 8 333 UF en inversiones y 1.533 UF en costos de operación, en el periodo 1996-1998. Con ello, es posible estimar que el costo de disposición de basura para la municipalidad se incrementará en 0,051 UF/t en este periodo

Costos implementación y operación actual vertedero como relleno sanitario

Se consideró que desde el año 1999 en adelante el vertedero La Chimba operará como un relleno sanitario. Los costos involucrados para realizar un proyecto de esta envergadura son de 32 667 UF en inversiones y 25 767 UF en costos de operación total.

Estos costos fueron calculados considerando lo siguiente

- El horizonte de evaluación es a 10 años
- La cantidad promedio de desechos a depositar en el vertedero, durante el periodo 1999-2005, sera de 78 000 t /año.
- El terreno calculado para disponer el total de desechos generados durante los 10 años, es un area de 15 ha. A partir de allí, se ha estimado que el area de avance sera de 1,5 ha/año, en promedio



5. Ingresos y ahorros de un posible programa de reciclaje.

A continuación se presenta un resumen de los ingresos y ahorros que generaría un programa de recuperación y reciclaje. Estos se producirán a partir del año 1999 cuando esté plenamente operativo el programa.

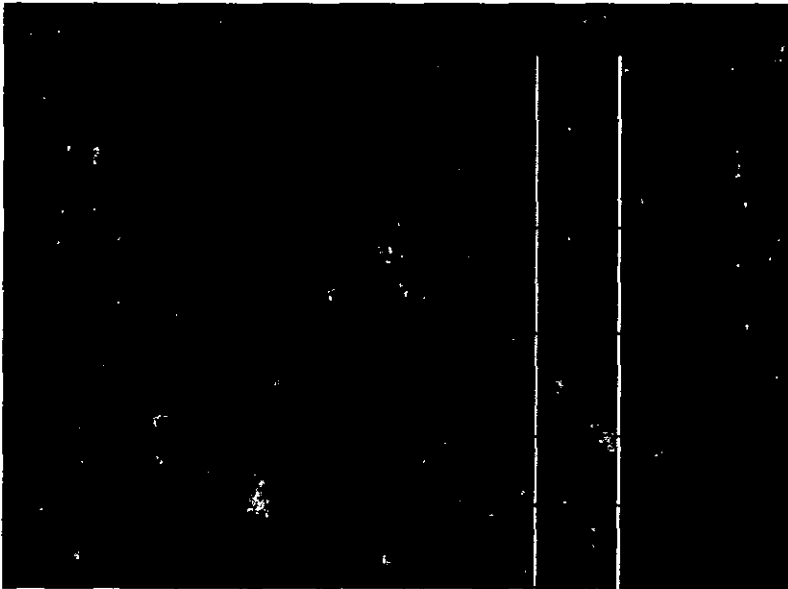
Ingresos

La venta de materiales reciclables (metales, vidrios, cartones y papeles) producirá un ingreso a quienes los recolecten y comercialicen.

La proyección de la cantidad total de materiales recuperados a partir del año 1999 se ha realizado en base a las cantidades estimadas para el año 1995, aplicando las tasas de crecimiento de las cantidades totales de basuras generadas. En los cuadros que siguen se presentan, primero, las estimaciones de los ingresos a percibir, y luego los ahorros.

Cuadro N° 10

Proyección de ingresos por venta de materiales reciclables por efecto del programa de reciclaje y clasificación en origen, en la ciudad de Antofagasta.



Cuadro N°14

Proyección de potenciales ingresos y ahorros, por efecto del programa de reciclaje y clasificación en origen, para la municipalidad de Antofagasta.

*Costos Reciclaje*

Estos pueden dividirse en dos tipos.

- Costos de recuperacion de material para reciclar.
- Costos de reciclaje propiamente tal, que dependen del proceso industrial de tratamiento utilizado para los distintos materiales reciclables. metales, vidrios, cartones y papeles

Los costos del segundo aspecto, dependeran de los distintos procesos tecnicos y de los diferentes materiales que se empleen como insumos. Así, en el caso de la industria del papel, los procesos industriales dependerán del tipo de papel recuperado, de su calidad, contenido en tintas y tinturas, y otros aspectos técnicos, que harán más o menos costosa su reutilización. En el caso de los metales, vidrios y envases de aluminio, los procesos técnicos involucrados serán más o menos complejos y costosos dependiendo de la limpieza -de tintas y otras aleaciones- con que sean recuperados.

En lo referente al costo de recuperacion, se puede hacer una estimacion en funcion de antecedentes obtenidos en diferentes partes del mundo, haciendo las correcciones necesarias derivadas de la calidad de los RS, costo y calidad de la mano de obra, y otros. Así, de acuerdo a la National Resource Recovery Association de EEUU, la inversión estimada a realizar para un centro de recuperacion de material para reciclar fluctuaría entre US\$4 000 y US\$8 000 por tonelada de material (esto es, entre UF 130 a UF 260). De este modo, una planta diseñada para recuperar 100 toneladas por día costaría, en equipos, entre US \$400 000 - y US \$800 000 - mas terrenos e instalaciones, se usa un factor de expansión 2,5, lo que significa una inversión total de uno a dos millones de dolares estadounidenses.



En el caso de Antofagasta, la cantidad por día a recuperar equivale a 25 t, en promedio para el periodo 1999-2005, estimándose una inversión de US \$400.000 a US \$800.000.

En lo referente a los costos de operación debe tenerse presente que, del total de material ingresado a la planta de recuperación, existiera un probable rechazo y vuelta al vertedero del 40%. Se ha estimado que los costos de operación ascienden a un monto de entre US \$20 y US \$60 por tonelada que ingrese, dependiendo de la instalación, por lo tanto el costo por tonelada procesada se ubicaría en el tramo de US \$35 a US \$100

Para hacer una evaluación económica o de factibilidad de un proyecto de instalación de centros de recuperación de residuos sólidos, se requiere conocer cuáles serían los elementos que se recuperarían, y los procesos técnicos necesarios para utilizar estos elementos recuperados como insumos dentro de la industria; sin embargo, es posible adelantar que la utilización industrial de material recuperado resulta, en la mayoría de los casos, de un costo mayor que la utilización de insumos "limpios" o generados para la industria

En cuanto al sistema tarifario, se recomienda revisar la publicación "Manual instructivo de apoyo a los municipios, para la fijación de tarifas por servicios ordinarios de aseo, en el contexto de la nueva Ley de Rentas Municipales", publicado por el Ministerio de Planificación y Cooperación en 1996

6. Análisis del Marco Administrativo del Sistema Propuesto

Para cumplir con su mandato, las unidades de aseo deberían estar organizadas y contar con los recursos humanos, económicos y materiales necesarios, de manera de poder llevar a cabo la gestión de un manejo integral de residuos sólidos domiciliarios. Es decir, en su organización interna deberían contar con el apoyo de planificadores, administradores, economistas, comunicadores y relacionadores públicos.

Las unidades de aseo y ornato no solo deberían preocuparse de los aspectos prácticos operativos de aseo, recolección y transporte de la basura, sino que también de los aspectos técnicos, administrativos, ambientales, económicos, financieros y otros, involucrados en un manejo integral del flujo de basura

Debido a la concurrencia de diversas disciplinas profesionales en la planificación, administración y operación de un plan de manejo integral de residuos, se requiere del trabajo planificado y coordinado de diversas unidades de la municipalidad, en conjunto con otros organismos públicos de la región, como los Servicios de Salud, COREMA, SEREMI de Vivienda y Urbanismo, y otros.

Por otra parte, debe existir formalmente una coordinación de planificación y operación con otros organismos públicos, involucrados directamente con el tema de los residuos sólidos, ya sea en la parte de manejo, en la parte ambiental, o en la parte sanitaria



Para este efecto es recomendable que se incorpore a la unidad de aseo un profesional altamente calificado, que cuente con preparación y experiencia en gestión de administración de empresas, además de un sólido conocimiento técnico en temas y aspectos involucrados, directa e indirectamente, en los planes integrales del manejo de residuos sólidos.

Este nuevo cargo dentro de la unidad de aseo deberá depender directamente del Alcalde, ser estrictamente técnico y debe contar con la suficiente autonomía, atribuciones y poder para desarrollar su trabajo. Este nuevo cargo podría ser una Jefatura de Planificación y Gestión dentro de la unidad de aseo, la cual deberá coordinar los esfuerzos para elaborar, supervisar y controlar el plan de manejo integral de residuos sólidos, en conjunto con otras unidades del municipio, deberán estar representadas al menos la Secretaría Comunal de Planificación, SECPLAC, Medio Ambiente, Administración y Finanzas, y Obras Municipales.

Debe existir otra instancia de comunicación y relaciones externas que mantenga un estrecho contacto informativo y de trabajo con las organizaciones comunitarias, sociales, y empresariales, que colaboren en el cumplimiento de los objetivos. Esto, por la decisiva importancia que adquiere la participación comunitaria en el éxito de la implementación de cualquier alternativa de Plan de Manejo.



Anexo



ciudad de Antofagasta. Chile



Proyecto piloto de educación ambiental Arica, Chile

1. Introducción

En la resolución 44/228, sección G, párrafo 12 de la Agenda 21, la Asamblea General de N U señala que "la gestión ambientalmente adecuada de los residuos esta entre los asuntos ambientales mas relevantes para el mantenimiento de la calidad del medio terrestre y especialmente para la búsqueda de un desarrollo ambientalmente adecuado y sostenible en todos los países"

Se recomienda, a su vez, entender el concepto de gestión ambientalmente adecuada de residuos como un concepto que va mas allá de la disposición segura o de la recuperacion de los residuos generados " Se requiere ir a la raíz del problema, buscando cambiar los patrones insostenibles de producción y consumo. Esto implica la aplicación de un concepto de gestión integral del ciclo de vida del producto, única forma de reconciliar el desarrollo con la protección ambiental"¹

En esta perspectiva se identifican cuatro áreas de programas relativos a la gestión de los residuos

- minimización de residuos,
- maximización del reuso y del reciclaje ambientalmente adecuados de los residuos,
- promoción de la disposición y tratamiento ambientalmente adecuado de los residuos
- extensión de la cobertura del servicio (colecta, gestión, tratamiento, etc) de los residuos

¹ Aricaño José Viruel "Comentarios al Capítulo 21 de la Agenda 21. Asuntos relativos al manejo ambientalmente adecuado de los Residuos Sólidos y de las Aguas Servidas", C.I.P.A.I. PNTM4, Abril 1993. Distribución restringida



Primero se aborda la minimización de residuos en la fuente, que implica cambiar "los estilos de vida y los patrones de producción y consumo"², luego, la reutilización y el reciclaje, que son formas de minimizar el flujo final de residuos que debe ser tratado y depositado como carga inútil y eventualmente contaminante. En un tercer paso se aborda el tratamiento y depósito del flujo restante de residuos. Este orden busca también indicar los acentos de una política integral de residuos³.

El reconocimiento que realizan los organismos y personas expertas en el tema, de que en los países de la región existe una precaria política de gestión de residuos, ha llevado a que se ponga énfasis en la promoción de las dos últimas áreas programáticas, como paso inicial significativo para resolver los graves problemas asociados a una gestión inadecuada.

El desafío de avanzar en la implementación de una política de gestión integral de los R S U, exige articular distintas escalas espaciales de intervención (nacional, regional y local) y diversos actores públicos y privados.

Esta necesidad de articulación, viene demandada por los objetivos explícitos de una política como la descrita⁴, que implican decisiones y acciones complejas y plurales, puesto que involucran actuar, a la vez, respecto de dimensiones económicas, sociales y culturales.

En este contexto la Educación Ambiental se sitúa como un componente significativo de una política de gestión de los R S U.

Es conocido que la condición de pobreza puede convertirse en un catalizador del deterioro ambiental. Esta relación de pobreza versus medio ambiente afecta a los sectores urbanos pues se caracteriza por la insuficiencia de ingresos y el riesgo que conlleva el uso indiscriminado de recursos naturales y la carencia de tecnologías y procedimientos adecuados que afecta la calidad de vida o hábitat del poblador.

El municipio en su calidad de Administrador de Gestión y por tanto de recursos debe canalizar las necesidades de la Comuna en esta materia y los aportes estatales coordinando el trabajo conjunto de los distintos actores a nivel local, como asimismo potenciar el desarrollo de iniciativas innovadoras que respondan a las características específicas de la zona.

En las comunas urbanas -que es el caso de Arica- los problemas ambientales más urgentes son los microvertederos clandestinos que expelen malos olores y propagan plagas y pestes, la carencia de áreas verdes y el deterioro de infraestructura comunitaria entre otros. A ello hay que sumarle un componente cultural referido a la cotidianidad de la ciudadanía lo cual hace difícil la idea de integrar la conciencia ambiental como un valor relevante.

² Agenda 21, N.º 1.

³ Aricaiga. José Miguel. "Comentarios al Capítulo 21 de la Agenda 21. Asuntos relativos al manejo ambientalmente adecuado de los Residuos Sólidos y de las Aguas Servidas". CEA/ALP/11/114. Abril 1993. [Institución restringida].

⁴ Agenda 21, N.º 1.



De hecho, el Municipio, debería por su función principal de promoción del Desarrollo Comunal, incorporar al diseño de planes de Desarrollo Local la variable ambiental integrándola necesariamente a las tradicionales áreas sociales y a la planificación municipal

Para llevar a cabo estos objetivos, el municipio cuenta con 3 tipos de recursos que son: los ingresos propios, (FCM) los recursos delegados (Transferencias) y los recursos adicionales (Fondos Concursables)

Por otra parte la variable de participación social y la democratización de los espacios locales se han convertido en un tema relevante para las políticas de gestión comunal

En términos globales, existe consenso en cuanto a la idea que las políticas de Desarrollo sostenidas en el principio de equidad, hacen más eficaz y sostenible en el tiempo un modelo de gestión democrática siempre y cuando este cumpla con la finalidad de incorporar el protagonismo real del habitante de la Comuna

Lo anterior implicaría favorecer un proceso efectivo de cooperación en la toma de decisiones para generar capacidades específicas de las localidades impactadas por el deterioro ambiental

Es así que la participación social se transforma de modo creciente en la palanca para el Desarrollo y la superación de la pobreza, potenciando las organizaciones sociales de los vecinos que incluyan en sus objetivos permanentes la protección del medio ambiente y el mejoramiento de las condiciones de su hábitat natural.

La articulación del capital físico y social local permitirá implementar acciones más eficaces y eficientes para la gestión de los residuos, en la perspectiva de construir un desarrollo sostenible ambientalmente

De acuerdo a los antecedentes recogidos y analizados por el Equipo Consultor, en el contexto del estudio, se logró ir perfilando el contenido de la demanda al Equipo de Educación Ambiental, que decía relación con el enfrentamiento de tres situaciones-problemas ligados al manejo de residuos sólidos, respecto de los cuales la conducta del habitante de Arica tenía un protagonismo importante:

- El déficit en el manejo de los residuos sólidos urbanos originados en el uso y aprovechamiento de los espacios públicos de la ciudad (y la consecuente dispersión de residuos sólidos en las playas, arterias, plazas u otros espacios de uso público)
- El déficit en el manejo de los R.S.U. domiciliarios (y la consecuente generación de micro-vertederos en espacios públicos por ejemplo, en el lecho del Río San José y la Población Los Laureles en menor grado)
- Una tercera situación, que no se explicitaba con tanta claridad, decía relación con el déficit en el manejo de los escombros (y la consecuente generación de micro-vertederos de escombros en espacios públicos y privados)



Anexo 2 Proyecto piloto de educación ambiental para la ciudad de Arica

Estas tres situaciones-problemas, que involucran a poblaciones-objetivos y espacios locales diversos, exigen a los elaboradores del proyecto piloto de E.A. relevar en sus definiciones, temas tales como la intensidad y el contenedor espacial de la intervención educativa a proponer.

Una primera distinción conceptual respecto de la población-objetivo del proyecto piloto de E.A., dice relación con la permanencia en el territorio de la ciudad, distinguiremos así, a un habitante transitorio y un habitante permanente.

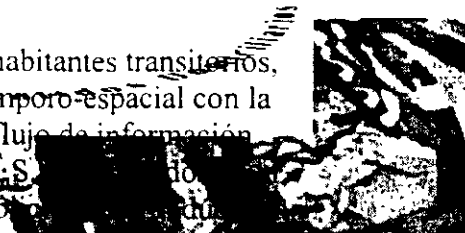
- **habitante transitorio.** entenderemos a aquel que hace uso y aprovechamiento del espacio de la ciudad (en especial del espacio público) en forma transitoria, como es el caso de los turistas estacionales (que hacen uso y aprovechamiento de los espacios destinados a esparcimiento y recreación : las playas especialmente) y los habitantes de países limítrofes, que hacen uso y aprovechamiento del espacio público en función de la implementación de sus actividades comerciales y/o de consumo.

- **habitante permanente.** entenderemos a aquel habitante cotidiano de la ciudad, que hace uso y aprovechamiento del espacio de manera permanente. La intensidad del uso del espacio comunal se corresponderá con las características de la actividad cotidiana de cada uno de sus habitantes (será distinto por ejemplo el uso que hace del espacio de la ciudad el Jefe de Hogar que debe salir de su hogar y de su barrio para concurrir a su fuente laboral, al que hace la dueña de casa y el anciano, cuya actividad cotidiana está centrada en su vivienda y su barrio. Así como será distinto el uso y aprovechamiento que se haga de las playas en los meses de verano respecto de los meses correspondientes a las otras estaciones).



108

El proyecto educativo orientado a los habitantes transitorios, dada la característica de su relación tiempo-espacial con la ciudad de Arica, debería orientarse al flujo de información respecto del manejo adecuado de los R.S. en el uso y aprovechamiento del espacio público, buscando de oportunidades para implementar las orientaciones comunicacionales propuestas. Como factor complementario podría utilizarse la coerción.



En cuanto a los habitantes permanentes de la ciudad, se propone una intervención educativa de mayor intensidad, orientado al cambio de actitudes y conductas para crear conciencia y cultura ambiental frente al manejo de los R.S.U. de producción pública y domiciliaria.

En la línea de acción antes descrita, se trata de potenciar al máximo la acción cooperativa y colaborativa entre los distintos estamentos que podrían cumplir un rol en el proceso educativo medio-ambiental.

La idea guía del quehacer educativo es hacer cómplice en la gestión local de los RSU domiciliarios y públicos, a los Organismos Públicos Locales (Municipalidad, Servicio de Salud y CONAMA I Región) y a los habitantes permanentes y transitorios de la ciudad.

Sintetizando, los factores que se consideraron en el diseño del proyecto piloto de Educación Ambiental fueron:

- La responsabilidad protagónica, de implementar el Proyecto de Educación Ambiental (P.E.A.) de los Actores Públicos Locales (Municipio de Arica, CONAMA I Región, Servicio de Salud)
- La diversidad, en el tiempo y carácter de la permanencia en el territorio de la ciudad, de la población objetivo del P.E.A. (distinguiendo básicamente entre población permanente y población de tránsito)
- Falta de una rutina de recolección más coherente con los hábitos de la vida cotidiana de los usuarios del servicio de aseo
- Características espaciales de las vías de acceso que impide un tránsito expedito a las viviendas para extraer los RSU desde cada una de ellas por parte del Equipo de Recolección (Camiones y personal de aseo)
- Diversidad en las características de los residuos sólidos, dependiendo de la característica de la población-objetivo del P.E.A.
- Hábitos de los pobladores de las localidades pobres, que se limitan a sacar las bolsas con RSU, domiciliarios sólo hasta la puerta de sus viviendas
- Hábitos de los pobladores de arrojar los RSU no retirados por el servicio recolector a espacios de uso público: sitios errazos y ribera del Río San José (dando origen a microvertederos)
- El sentido individual y no colectivo que las personas le asignan al manejo en origen de los RSU
- La escasa relación que los pobladores establecen entre la presencia de microvertederos con su calidad de vida



2. Diseño metodológico proyecto piloto de educación ambiental

2.1. Criterios básicos

2.1.1. Principio de actitud positiva para la cooperación.

La sustentabilidad de cualquier intervención educativa en la ciudad, que promueva cambios en los hábitos de manejo en origen de los R.S.U. identificados como deficitarios, pasa por lograr de parte de los habitantes permanentes, y de su población flotante, un compromiso, que haga posible que dicha intervención encuentre un terreno fértil en ésta.

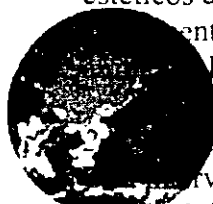
Permitiendo de esta manera, que los planes y programas de gestión local en origen de los R.S.U. que se pongan en práctica, encuentren como contrapartida una actitud positiva de parte de los habitantes. Y, que dicha actitud tenga más posibilidades de materializarse en conductas coherentes.

2.1.2. Un problema público y privado

Sin lugar a dudas, el tema de la gestión de los R.S.U. domiciliarios, el depósito de los escombros en sitios eriazos (públicos y privados), la limpieza de calles y de muros, no es sólo un problema municipal, así como tampoco es un problema que sólo atañe a cada persona-familia en particular.

Por sus características, es un tema a la vez público y privado. Debiendo involucrar en su gestión, a toda la ciudad y sus instituciones, organizaciones sociales y habitantes. De modo de promover un actuar colectivo que comparta y asuma los valores de limpieza y principalmente, los valores estéticos de armonía y orden, los cuales contribuirían al mejoramiento de la calidad del medio local y de la calidad de vida de sus habitantes.

110



comunicación programada y sistémica
 intervención completa en esta área del quehacer
 común, implica necesariamente implementar, de un modo
 coherente, junto a las medidas de ordenamiento, las
 rutas de recolección, implementación de
 adecuada y adecuación de vertederos convenientemente
 ubicados y con tecnología apropiada, una intervención
 comunicacional sistémica que permita sensibilizar, informar
 y lograr cambios de conducta en la población, teniendo en



cuenta que ésta se divide en distintos segmentos y tipos de público con intereses, niveles educativos y de sensibilidad distintas cada uno de ellos.

Proyecto piloto de educación ambiental para la ciudad de Arica. Anexo 2

La gestión de esta iniciativa debe radicar en el municipio en conjunto con el servicio de salud y CONAMA I Región, quienes coordinarán e implementarán las acciones que se proponen en este proyecto y evaluarán su impacto en los cambios de conducta que se pretende alcanzar.

2.1.4. Escala Espacial de Intervención

El proyecto piloto contempla dos niveles espaciales de intervención, uno macro-local que dice relación con la ciudad de Arica en su totalidad, y un nivel micro-local, que se refiere a la unidad espacial básica de intervención educativa (Unidad Vecinal).

Dependiendo de la escala de intervención, se distinguen fases, objetivos, metodología y productos.

2.1.5. Escala Macro-Local

Se divide básicamente en cuatro etapas de desarrollo progresivo y acumulativo:

- Fase de sensibilización
- Fase de información
- Fase de educación
- Fase de monitoreo y seguimiento

2.2. Fase de sensibilización

2.2.1. Objetivo

Esta fase pretende crear las condiciones afectivas para que los ariqueños que habitan en forma permanente y los habitantes de paso agudicen sus sentidos a fin de que sean capaces de percibir la situación, de una gestión en origen inadecuada de los R.S.U., como un problema real que se debe solucionar.

2.2.2. Medios de comunicación y actividades a utilizar en esta fase.

- **Concurso público para determinar un slogan** que conceptualice la idea de que Arica, como puerta de entrada

debe ser una ciudad limpia (ya que de ella depende la salud de sus habitantes y el desarrollo de la ciudad en los intereses locales, de sus instituciones y habitantes).

Anexo 2 Proyecto piloto de educación ambiental para la ciudad de Arica.

- **Objetivo.** El objetivo de esta actividad es integrar a la mayor cantidad de personas que piensen y elaboren frases que puedan ser parte de la campaña de comunicación. Ello, en sí mismo constituye una forma de sensibilizar y también una forma de lograr que las personas se sientan participando colectivamente del problema, posicionando socialmente la preocupación por el tema.

Para realizar este concurso se propone las siguientes etapas:

- Elaboración y redacción de las bases.
- Lanzamiento del concurso mediante una conferencia de prensa y la edición de un tríptico y afiches para las paletas de publicidad urbana con las bases del concurso.
- Etapa de recepción de los trabajos
- Reunión del jurado y definición de la frase ganadora.
- Premiación.

- **Diseño de la marca corporativa de la campaña.**

Teniendo definido el concepto que se expresa en el slogan, se hace posible su materialización mediante diferentes técnicas gráficas y de construcción de imagen, el desarrollo de una marca que constituirá el símbolo de identidad de la campaña de comunicación. Esta fase debe ser desarrollada por un equipo profesional con experiencia en el desarrollo de imágenes para campañas públicas.

Este aspecto es de suma importancia ya que debe considerar variables técnicas de diseño gráfico e impacto visual adecuados. Se trata de una pieza clave y fundamental del proyecto, por lo cual, en ningún caso puede ser encargada a personas aficionadas. El tema debe ser abordado desde la perspectiva de la comunicación corporativa y su objetivo es el desarrollo de un programa de identidad corporativa de la ciudad de aseo (y/o turismo) en su conjunto, debiendo tener presente una perspectiva sistémica del conjunto de imágenes que se utilizarán en la campaña. Para su desarrollo se tendrá que tener en cuenta además, criterios cromáticos consecuentes con la identidad del logotipo (forma tipográfica especial de la marca de la campaña).

- **Diseño de las piezas gráficas que constituirán el eje de la campaña de comunicación en la fase de sensibilización.**
- **Gigantografías:** Constituida por la frase de llamado y por la marca de la campaña, esta pieza será situada en

por la ubicación de la campaña, esta vez, será ubicada en puntos estratégicos de la ciudad (acceso, centro y periferia) y su objetivo es posicionar la campaña en la fase de sensibilización.

Proyecto piloto de educación ambiental para la ciudad de Arica. Anexo 2

- **Paletas:** Las paletas contendrán la marca de identidad de la campaña y también se implementará en ellas, diferentes mensajes alusivos a los R.S.U. domiciliarios, los escombros y los R.S.U. industriales, haciendo énfasis en que un adecuado manejo de ellos mejora las condiciones ambientales generales y la calidad de vida de las personas, evitando infecciones, plagas y deterioro visual del entorno.

- **Concurso de ensayos científicos para estudiantes universitarios y de Enseñanza Media acerca del manejo de los desechos urbanos:** El Concurso propende a posicionar socialmente el tema creando una preocupación al interior de la familia acerca del manejo de los residuos.

- **Convocatoria:** Se convocará a la comunidad de Enseñanza Media para desarrollar un ensayo científico. Dicha convocatoria estará coordinada por la Corporación de Educación de la Municipalidad y se invitará a participar en ella a todos los establecimientos educacionales del área tanto público como privado.

En una segunda categoría, el concurso convocará a jóvenes universitarios a realizar un trabajo similar. En este caso, la coordinación estará a cargo de la Dirección de Extensión de la Universidad de Tarapacá y convocará tanto a los estudiantes de la propia Universidad como a las Universidades e Institutos profesionales privados.

Los ensayos podrán tener enfoques desde las ciencias del ambiente como desde las ciencias sociales y otras.

- **Selección:** Un jurado compuesto por académicos y autoridades municipales seleccionará los trabajos a ser publicados.

- **Publicación:** Los trabajos seleccionados serán publicados y se difundirán en todos los establecimientos educacionales de la ciudad

- **Pintura de la camiones de aseo, uniformes del recolector y señalización de los receptáculos urbanos:** La idea es crear un sistema cromático que e individualice claramente los objetos y personal a fin otorgarle una presencia destacada en su accionar en la

dentro de los establecimientos como del

Se editará un spot de televisión para ser transmitido en la red regional que contendrá el llamado y la marca corporativa del programa.

- **Folleto:** Se editará un folleto que principalmente

posicione el programa y haga un llamado a cooperar con esta iniciativa a fin de lograr mejorar las condiciones ambientales y de calidad de vida. Este folleto se entregará durante el período de sensibilización, en las entradas a la ciudad y en colegios, juntas de vecinos y organizaciones sociales.

2.3. Fase de información

2.3.1 Objetivos

- Entregar información, a los diferentes tipos de habitantes-usuarios, acerca de los sistemas de recolección de R S U que se implementaran Orientando los mensajes a públicos segmentados
- Informar a la población segmentadamente acerca de las ventajas personales que se obtienen al colaborar con el trabajo de recolección de los desechos.
- Informar acerca del nuevo vertedero y su estructura y equipamiento

2.3.2 Medios de comunicación a utilizarse en esta fase

- Folleto

Se editara un folleto con información acerca de los sistemas de recolección de R.S.U que se implementara Este contendrá

- Las rutas
- Los horarios
- Las condiciones
- Los tipos de servicio
- La ubicación de los receptáculos
- Ubicación del vertedero
- La estructura del vertedero y los tipos de residuos que recibe
- Los costos del servicio (tarificación)
- La inversión total realizada por el municipio

En este folleto se diferenciara mediante un inserto, la información específica y pertinente a los diferentes públicos involucrados

- Empresas constructoras
- Industrias,
- Domicilios y oficinas,
- Comercio, etc

Este folleto sera entregado por los propios recolectores en cada punto de parada Se entregara tambien a las organizaciones sociales de la comuna para su distribución clubes deportivos juntas de vecinos y otras como Boy Scouts, Carabineros, etc para su distribución amplia



Proyecto piloto de educación ambiental para la ciudad de Arica. Anexo 2

- **Avisos de prensa**

Se publicará en los medios de prensa local, avisos con los horarios de recolección y las rutas.

- **Línea 800**

Implementar un teléfono con línea 800 para información acerca del servicio y para estampar denuncias de vertederos clandestinos y otras situaciones-problemas que observen los usuarios. Este sistema debe considerar una forma de retroalimentar con información a quienes hacen consultas o denuncias, enviándoles por correo información acerca de lo ocurrido con su comunicación.

2.4. Fase de educación

2.4.1. Objetivos

- Lograr internalizar los cambios de conducta que hagan sustentable el manejo de los R.S.U. en el tiempo.
- Lograr que se incorpore a los hábitos cotidianos las diversas acciones individuales tendientes a hacer posible que los desechos se clasifiquen y/o se reciclen o se reduzca el consumo de elementos que producen mayor contaminación.

2.4.2. Medios a utilizar en la fase de educación.

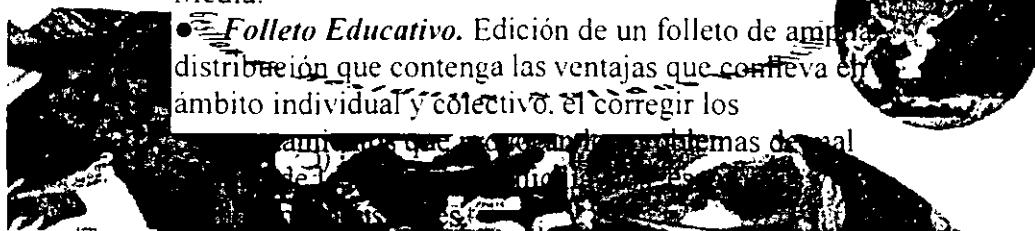
- **Cursos de capacitación para profesores y otros agentes multiplicadores.** Capacitar en los contenidos de la educación ambiental a personas capaces de transmitir y de multiplicar las conductas necesarias para el manejo adecuado de los R.S.U. con colaboración de la población.

- **Unidad educativa local.** Integración de una unidad educativa local en la asignatura de ciencias naturales en colegios y liceos de la comuna. Esta unidad puede estar incorporada en diversos niveles de la Enseñanza Básica y Media.

- **Folleto Educativo.** Edición de un folleto de amplia distribución que contenga las ventajas que conlleva en el ámbito individual y colectivo. El corregir los

ambientes que favorezcan los sistemas de recolección de los desechos sólidos.

- **Premio Municipal.** Implementación de un premio municipal a la cuadra más limpia y ornamentada de la ciudad. Esta medida constituye un incentivo y una forma de reforzar las actitudes positivas.



3. Escala Micro-local de intervención educativa medio-ambiental.

De acuerdo a las consideraciones anteriores, y entendiendo la Educación Ambiental como un "Proceso permanente de carácter interdisciplinario destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armonica entre seres humanos, su cultura y su medio bio-físico circundante", el proyecto piloto de Educación Ambiental orientado a las localidades ribereñas al Río San José, contendría los siguientes objetivos :

3.1. Objetivos

- Lograr una sensibilización en los habitantes cotidianos de estas localidades, y un compromiso colectivo, respecto del problema de los RSU domiciliarios y su tratamiento en origen
- Promover en los habitantes cotidianos de la localidad, la adquisición de conocimientos que les permitan establecer con claridad el vínculo existente entre la calidad de vida, el medio ambiente y el manejo en origen de los RSU domiciliarios
- Lograr un cambio positivo en los habitantes cotidianos de la localidad, respecto de sus hábitos de manejo de los RSU domiciliarios.
- Incentivar la participación organizada, de los habitantes cotidianos de la localidad, en el diseño de alternativas de gestión local de los RSU domiciliarios.
- Promover la adquisición de destrezas en la comunidad organizada para el tratamiento en origen de los RSU domiciliarios (separación para el reciclaje, uso de sistema de recolección y compostaje)

3.2 Metodología

La metodología que se propone como pertinente para realizar un proceso de educación ambiental, que viabilice en la población-objetivo un cambio de actitud y conducta que permita el tratamiento en el origen de los RSU domiciliarios y avanzar en la superación de problemas derivados (los microvertederos en el lecho del Río San José, por ejemplo), es deudora de los aportes de disciplinas de las ciencias sociales que han

¹ CONAMA I Región. Glosario Ambiental, Boletín informativo La Palma. N° 2. Año I Agosto de 1995



hecho de estos temas objetos de su atención investigativa, entre éstas cabe mencionar principalmente a la psicología ambiental y el trabajo social

La propuesta metodología tiene como norte fundamental, el dar una sostenibilidad social⁶ a las estrategias que se definan como pertinentes para enfrentar localmente las situaciones-problemas identificadas, derivadas de un manejo en origen inadecuado de los R.S.U. domiciliarios

Básicamente, se plantea incorporar en el diseño de la intervención educativa medioambiental micro-local, para el logro de los objetivos reseñados, cuatro principios de orden metodológico: i) holisticidad en su enfoque, ii) interdisciplinariedad e integración de los estudios, iii) contacto directo con la realidad e iv. metodología investigativa⁷

Principios que necesariamente requieren ser operacionalizados en cada espacio-tiempo en que se llevara a cabo la intervención profesional

Esta necesidad metodológica de situar el diseño de Educación Ambiental en el tiempo y el espacio, requiere abordar la dimensión socio-cultural contenida en los objetivos propuestos, para ello, se propone utilizar la investigación-acción, que se sustenta básicamente en dos estrategias educativas: i) el Aprender-haciendo e ii. la Acción-reflexión, que han sido experimentados por el Trabajo Social, para la producción de cambios socio-culturales en poblaciones pobres

Complementariamente, se propone utilizar articuladamente tres estrategias metodológicas experimentadas por la psicología ambiental para el cambio de actitudes y conductas individuales y sociales respecto del medio ambiente: sensibilización, información y reafirmación, que considera los siguientes principios metodológicos

- Si el sujeto percibe un intenso intento por cambiar su conducta, se resiste activamente al cambio. La persona podría llegar a considerar que se esta atentando contra su libertad y en consecuencia se resiste a modificar sus actitudes. Por ejemplo, si la alternativa de tratamiento en origen de los RSU domiciliarios se define y ejecuta solo desde el municipio sin considerar la palabra del habitante cotidiano de la localidad
- Resulta altamente eficiente argumentar con claridad pero sin insistir, de modo de no despertar resistencias emocionales que podrían disminuir la posibilidad de modificar la actitud
- Resulta eficiente atacar la actitud contraria. Lo anterior puede verse reforzado por el cuestionamiento de los argumentos que reafirman la actitud que resulte opuesta a la que se pretende lograr.

⁶ El uso del constructo sostenibilidad social se hace en los términos utilizado por el PNUD en su documento propuesta "Desarrollo Humano Sostenible" documento PNUD de circulación restringida. Diciembre de 1994

⁷ CUISAMA. Bases para una propuesta de un Plan Nacional de Educación Ambiental. Noviembre de 1993



- La estrategia que recurre frecuentemente a despertar temor como motor de cambio, no se han demostrado realmente eficiente. El temor produce una reacción de defensa que incluye barreras psicológicas como por ejemplo oponerse a alternativas de solución impuesta e incluso estigmatización

Un tercer soporte metodológico de la estrategia educativa a proponer a nivel micro-local, lo constituyen los aportes de disciplinas del área comunicacional-gráfica, relevante a la luz de las características del universo de habitantes a que se quiere llegar con el presente programa. Aportes que dicen relación con la definición de los públicos, el carácter de los mensajes educativos y los medios de comunicación educativa.

3.3 Población Objetivo (Públicos)

Para lograr los objetivos propuestos, un proyecto de comunicación educativa, debe realizar un análisis de los diferentes públicos a los que estarán dirigidos los mensajes. Ello permite establecer con claridad tanto los mensajes, como los medios más apropiados para intervenir con éxito en los cambios de conducta que se requiere promover e incentivar y que en definitiva significan cambios en la cultura de la comunidad a intervenir.

La definición de los públicos permitirá asimismo, la determinación de las diferentes motivaciones que se deberán tener en cuenta para elaborar los mensajes.

La escala espacial que se ha definido como pertinente para llevar a cabo el proceso educativo propuesto es el barrio, que tiene como correlato administrativo la Unidad Vecinal, que se constituye en la instancia territorial básica de gestión local municipal, y que en el caso de la ciudad de Arica, sus límites dicen relación con identidades socio-culturales relevantes. Sin dejar de contextualizarlas en función de una situación espacial que le es común, cual es el ser ribereños al Río San José.

En este contexto, podemos distinguir los siguientes públicos:

- Mujeres adultas que no trabajan fuera del hogar
- Niños, niñas y adolescentes, en edad escolar, que asisten a clases en horarios de media jornada
- Ancianos hombres y mujeres que no realizan labor productiva fuera de la localidad
- Dirigentes Vecinales y Líderes naturales
- Jóvenes
- Personal que trabaja en los camiones recolectores de basura (Policías de Aseo)
- Comerciantes del barrio



3.4 Carácter de los Mensajes Educativos

Basado en estudios y experiencias anteriores validadas de comunicación educativa en torno a problemas de salud, tales como las campañas en relación al SIDA, hacen aconsejable que los mensajes se estructuren sobre la base de motivaciones positivas que creen y agreguen valor a las conductas que se comuniquen como factores de cambio de los comportamientos en torno al manejo de las basuras domiciliarias.

Por lo anterior, hemos determinado que tales mensajes deberán estar relacionados con el mejoramiento de la calidad de vida que se puede lograr al descontaminar y recuperar los espacios colectivos, transformando los micro basurales en ambientes limpios, libres de contaminación y recuperados para la vida comunitaria (aunque sea sólo como paisaje).

Por otra parte, con el propósito de lograr un verdadero compromiso de la comunidad a intervenir, se considera fundamental que sea esta la que defina, sobre la base de una capacitación en los contenidos científicos-rationales de la campaña así como los contenidos emocionales de la misma, desde su propia experiencia de vida, tanto la estructura como la forma de tales mensajes.

De acuerdo a las consideraciones anteriores, para el logro de los objetivos diseñados, el proyecto educativo propone una estructura de procedimientos metodológicos de desarrollo progresivo y acumulativo que contiene cuatro fases: i) inserción-sensibilización, ii) fase educativa propiamente tal, iii) acción-reafirmación e iv) monitoreo y seguimiento, las que se explicitan a continuación.

3.4.1 Fase de sensibilización:

En esta fase, se trata de producir una respuesta emocional que eleve el alerta de la población objetivo, a partir de la producción de hechos impactantes, legitimando en la comunidad el proyecto, de modo de viabilizar su participación en el proceso educativo a que se les convoca.

En esta perspectiva, se realizarán acciones de carácter investigativo y educativo.

Las acciones investigativas tendrán dos escenarios complementarios, uno, a través de la implementación de técnicas simples de investigación social respecto de fuentes primarias y secundarias que permitan arribar a un diagnóstico preliminar de la problemática de los RSU domiciliarios en la localidad, de responsabilidad de los profesionales a cargo de la intervención. Y un segundo escenario, que lo constituirá los talleres de investigación participativa con participación activa de los dirigentes y miembros de organizaciones comunitarias que permitan definir co-operativamente la línea base socio-cultural de la comunidad que sustente los contenidos de los mensajes de sensibilización respecto de la problemática diagnosticada preliminarmente.



Las acciones educativas en esta etapa básicamente serán de carácter gráfica-comunicacional, y estarán dirigidas a los dirigentes, organizaciones y vecinos cotidianos de la población a intervenir, con énfasis en las mujeres dueñas de casa, los menores y los ancianos

Los mensajes comunicacionales serán de carácter proyectivo, es decir que muestren lo que la población puede ser si la comunidad organizada está dispuesta a actuar respecto del tratamiento en origen de los RSU domiciliarios y los problemas de microvertederos consecuentes (mostrando experiencias exitosas de manejo en origen de los R.S.U domiciliarios).

Como soportes de estos mensajes, a escala de la localidad, se propone la utilización de paneles de dimensiones de 3 x 3 mts* Paneles que serán utilizados en todo el proceso educativo que contempla el presente proyecto, y que quedarán como soportes comunicacionales a nivel comunitario para la gestión de las organizaciones de la comunidad una vez retirado el Equipo Profesional ejecutante del proyecto.

El número de paneles se corresponderá con las necesidades de llegar con el mensaje a los diversos tipos de pobladores que habitan la localidad. Serán ubicados en lugares estratégicos de acuerdo al recorrido cotidiano de estos diversos vecinos.

A escala de los talleres de sensibilización, los soportes de los mensajes comunicacionales básicamente serán videos, diapositivas y papelería gráfica (dúpticos, trípticos y afiches)

Se convocará también a participar en concursos de cuentos y dibujos referidos al tratamiento de los RSU domiciliarios y los microvertederos, que luego de ser evaluados por la contraparte comunitaria del proyecto serán publicados en los ECO-PANELES

Se propone realizar paralelamente dos tipos de talleres orientados a dos públicos comunitarios, con los niños de la localidad un taller de expresión gráfica con el propósito de que sean los propios niños los que generen los mensajes visuales de la campaña educativa, guiados por monitores capacitados para estos efectos (Estudiantes de Diseño Gráfico de la Universidad de Tarapaca), y con los ancianos, un taller de cuenta cuentos, de modo de rescatar la memoria local respecto de la situación-problema

* LOS PANELES (Gigantografía) Carteles de soporte rígido de 3x3 m que sirven a integrarse al proyecto mediante un mensaje positivo. Durante el desarrollo del proyecto, estos paneles serán utilizados para anunciar las diversas fases y comunicar mensajes formativos relacionados con la recuperación del medio ambiente y con el manejo de los RSU domiciliarios. Las imágenes que contendrán estos paneles, serán realizadas por los niños y jóvenes participantes del Taller Gráfico.



Actividades• **Investigación diagnóstica preliminar.****- Recorrido por el paisaje natural y humano de la localidad.**

Se trata de recorrer cada localidad, observando las características geográficas, físicas y de infraestructura urbana de los sectores con énfasis en los que dicen relación con los RSU domiciliarios y los problemas derivados (se complementa esta observación con un registro fotográfico y video)

- Revisión de información proveniente de fuentes secundarias.

Documentos referidos principalmente a característica de las personas que viven en las localidades, historia del asentamiento humano, situación de infraestructura urbana y comunitaria, RSU domiciliarios, organizaciones comunitarias existentes, entre otros aspectos

- Entrevista a informantes claves.

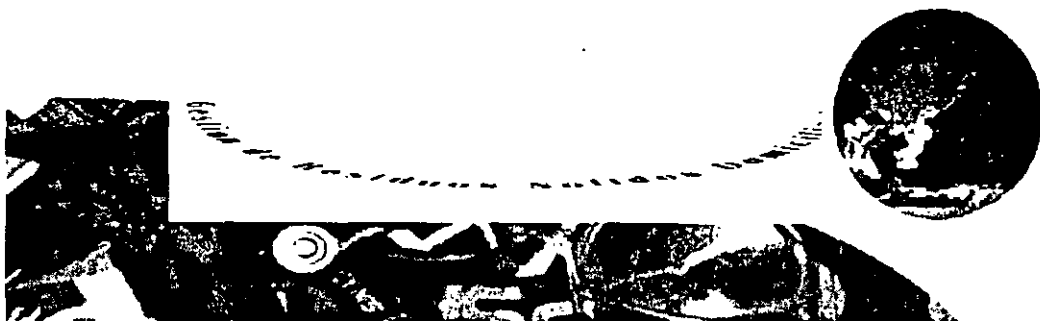
Profesionales que han realizado investigaciones y trabajos en la localidad, dirigentes vecinales, directores de establecimientos educacionales y de salud del sector, pobladores con más de 10 años en la localidad, entre otros

- Lectura de mapas y planos.

Se trata de analizar la situación espacial y geográfica de la localidad, en términos de topografía, emplazamiento respecto de los servicios sociales y urbanos de la ciudad, infraestructura, equipamiento, entre otros antecedentes

- Contacto y presentación del proyecto educativo a los dirigentes y organizaciones de la localidad
- Realización de una Asamblea Comunitaria de presentación del proyecto educativo e invitación amplia a participar en este proceso
- Constitución de Equipo de Monitores por sectores.
- Talleres de Sensibilización y Diagnóstico de la problemática de los RSU domiciliarios y los microvertederos con monitores representantes de todos los sectores de la localidad
- Construcción e instalación de los ECO PANELES
- Inicio de los Talleres de Expresión Gráfica con los niños
- Inicio de los Talleres de Cuenta Cuentos para los ancianos

Plazo Fase I 6 semanas



3.4.2 Fase Información-Educativa

El éxito de la fase de sensibilización, será el sustento para viabilizar el proceso a desarrollar en la fase educativa propiamente tal

En esta fase, básicamente se trata de promover en monitores y la comunidad local la adquisición de conocimientos sobre el medio ambiente del barrio, sus problemas y la forma de diseñar soluciones, con énfasis en el tratamiento en origen de los RSU domiciliarios y los microvertederos

Dos serán los escenarios en donde se pondrá en acto esta fase, el primero, y básico, será la instancia de curso-taller con monitores locales, y el segundo, el escenario local cuyo público es la comunidad en su conjunto

Respecto de la definición de los monitores, su cantidad y características, se corresponderá con los siguientes criterios

- Un monitor por cada 20 familias vecinas cercanas territorialmente
- Habitantes cotidianos de la localidad + Líderes naturales
- Con disponibilidad de tiempo para asistir a las reuniones educativas

Cada monitor tendrá la responsabilidad de traspasar los contenidos educativos trabajados a las 20 familias que representa, a la vez que traer sus inquietudes al espacio educativo del taller, para lo cual contará con la asesoría profesional y los soportes gráfico-comunicacionales necesarios.

La instancia de taller se estructurará en torno a 12 sesiones de aproximadamente dos horas y media de duración con una periodicidad de una vez a la semana, de acuerdo a las áreas temáticas que se han definido más pertinentes, y que se explicitarán a continuación.

El curso-taller se complementará con un proceso de co-operación técnica y social a los monitores, entre sesión y sesión, para el reforzamiento de los contenidos abordados en éstas y el traspaso a la comunidad representada. Al definir esta instancia de trabajo educativo como curso-taller, se quiere hacer explícito por una parte el carácter participativo y lúdico de las sesiones (que coopere a la necesaria cohesión del grupo, la motivación y el compromiso de los participantes con los objetivos y actividades que contempla el presente programa) Así como desarrollar las capacidades en los participantes, que el programa define como prioritarias.

Los contenidos aportados por los profesionales operarán como gatilladores de la reflexión de los monitores desde su propia realidad

Los contenidos básicos trabajados en las sesiones, así como los trabajados en el taller de cuenta-cuentos, serán operacionalizados sintéticamente por los propios monitores co-operativamente con los profesionales para constituirse en los mensajes educativos que serán comunicados a la comunidad local a través de los ECO-PANELES, acompañados de la gráfica diseñada por los niños en los talleres gráficos que se estarán realizando paralelamente



Respecto de los medios de comunicación educativa, se contempla edición de material didáctico orientado a los monitores. Se entregará a los monitores fotocopias para su uso en los talleres que ellos deberán realizar con sus grupos específicos de representación territorial.

ECO FICHAS: Se editará un conjunto de fichas que se entregarán a todas las familias de la población. Estas contendrán conceptos básicos de Ecología y Medio Ambiente y manejo de desechos sólidos urbano-domiciliarios. Además contendrán preguntas a ser respondidas colectivamente por el grupo territorial. La idea, es lograr la problematización de las conductas actuales y esperadas. Estas fichas, contendrán asimismo, los cuentos, los poemas y los chistes que no se hayan publicado en los ECO PANELES.

Las áreas temáticas a desarrollar en el contexto de los talleres educativos, definidas como pertinentes, son:

- Las casas que habitamos, Medio Ambiente, ciudad, barrio y vivienda
- Que son los residuos.
- Cómo manejamos nuestros residuos.
- Cómo afecta la basura a nuestros recursos, la salud de la población y el medio ambiente
- Como podemos producir menos basura
- Que podemos hacer respecto a los residuos
- Medio ambiente y comunicación local
- Medio Ambiente y Desarrollo Social comunitario

La fase educativa para la comunidad local en su conjunto, tendrá como soporte básico los ECO-PANELES cuyos mensajes se corresponderán con las áreas temáticas que serán trabajadas en los talleres educativos con los monitores.

Plazo fase 2, 12 semanas.

3.4.3. Fase de la acción-reafirmación

Esta fase implica básicamente la reiteración de las consecuencias positivas de seguir las recomendaciones aportadas por la fase educativa propiamente tal. Esta etapa se centra en la evitación de las consecuencias negativas, poniendo el acento en las conductas prácticas a través de acciones-productos que mejoren las situaciones-problemas identificadas en la localidad, y supone que las personas ya han comenzado a cambiar las conductas inadecuadas.

Básicamente se trata de promover la adquisición, a través de la experimentación, de las aptitudes necesarias para el manejo de los RSU domiciliarios y los microver-tederos.



El énfasis en esta fase estará en la realización de acciones prácticas diseñadas en el Taller educativo para el tratamiento en origen de los RSU domiciliarios y los microvertederos (y coherentes con la política de gestión comunal de éstos). La idea es mostrar productos concretos de mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de estas localidades que refuercen la sostenibilidad del proceso educativo desarrollado

Las líneas de acción definidas, serán coherentes con la línea base socio-cultural identificada en la fase 1. Se cree necesario que éstas sean plurales de modo de contener la heterogeneidad de las comunidades a intervenir. Entre las acciones que podrían implementarse, básicamente serían

- respecto de la producción de RSU domiciliarios (hábitos de consumo)
- respecto de el reciclamiento de RSU domiciliarios (Compost, separación de RSU domiciliarios para la venta, entre otras)

Respecto de la disposición de los RSU domiciliarios no reciclables (y reciclables, para el segmento de la población-objetivo que no asume como pertinente las líneas de acción antecedentes) en contenedores u otro sistema local de disposición, de modo de unirse al sistema macro-local de disposición de los RSU

Respecto de los medios de comunicación gráfica, éstas serán básicamente folletos y ECO-Panel

Plazo fase 3. 10 semanas.

3.4.4. Fase de Monitoreo y Seguimiento

Esta fase se plantea para las dos escalas de intervención del proyecto educativo: macro y micro local

Esta fase se plantea en dos etapas: i) Monitoreo, la que se desarrolla durante la ejecución del programa y contempla la evaluación de procesos interactivos generados a través de la implementación del mismo, e ii) Seguimiento, la que se desarrolla posterior al retiro de los Equipos Técnicos, midiendo el logro de objetivos planteados, por ejemplo, la aplicación que hacen los participantes del proyecto respecto de habilidades y conocimientos adquiridos, difusión de la educación ambiental en la comunidad, observación en terreno sobre los productos generados por el programa (reciclaje de RSU domiciliarios, limpieza del lecho del Río San José, de las playas y espacios públicos, etc.) separación de RSU domiciliarios)

El diseño de instrumentos de evaluación por fases estará condicionado a la forma en que se realice la inserción del equipo profesional en las localidades.



En ambas etapas se considerará el diseño de instrumentos de evaluación tanto para observación en terreno como para obtener la opinión de los participantes del programa y su impacto en las comunidades intervenidas

Plazo fase 4 8 semanas

3.4.5 Recursos humanos involucrados en el proyecto

A. Equipo permanente.

(Coordinador)

- 1 Trabajador Social Experto en Planificación Social
- 1 Trabajador Social Experto en Educación Ambiental
- 1 Diseñador Gráfico Experto en Comunicación Social

B. Profesionales de apoyo:

- 1 Licenciado en Literatura
- 1 Diseñador Gráfico
- 1 Ingeniero en Construcción
- 4 Expertos Temáticos

C. Ayudantes y monitores:

- Egresados Trabajo Social
- Egresados de Diseño Gráfico.



Anexo



ciudad de Antofagasta. Chile



127

Indice general. Anexo 3

- Introducción 137
- 1 Situación anterior 138
 - 1.1 Población 138
 - 1.2 Producciones de Residuos Sólidos 139
 - 1.3 Otras características de la zona 140
- 2 Características del sistema anterior 140
 - 2.1 Pliego de Condiciones Principales características 141
 - 2.1.1 Manejo Final de los Residuos 142
 - 2.1.2 Forma de Pago de los Servicios 142
 - 2.1.3 Tareas del Contratista y T de la Intendencia 143
 - 2.2 Pautas Técnicas 144
 - 2.2.1 Pautas Técnicas para el Relleno Sanitario 144
 - Impermeabilización con Membrana Flexible 145
 - Tapada del Residuo Sólido 145
 - Destape del Relleno Sanitario 145
 - Sobre el Lixiviado - Recolección 146
 - Tratamiento del Lixiviado 146
 - Torre de Venteo 146
 - Cercos y Cerramientos 147
 - 2.2.2 Pautas Técnicas para la Disposición de Residuos Hospitalarios 147
 - 2.2.3 Pautas Técnicas para la Recuperación y Reciclaje 148
 - Sobre los Materiales Recuperados y Reciclados 149
 - Entrega de Compost a la Intendencia 149
 - 2.2.4 Requerimiento para la presentación de la Oferta Técnica 149
 - En Estudios Previos 150
 - En Diseño y Construcción 150
 - 2.3 Consideraciones del Impacto Ambiental 151
 - 2.3.1 Localización 151
 - 2.3.2 Requerimiento de la Viabilidad Ambiental 152
 - 2.3.3 Del cuidado de los alrededores 152
 - 2.3.4 Del cuidado del subsuelo 152
 - 2.3.5 Del cuidado de los cursos de aguas superficiales 153
 - 2.3.6 Del cuidado de la atmósfera 154
 - 2.3.7 Del cuidado frente a microorganismos patógenos de alto riesgo 154
 - 2.4 Controles - Inspecciones - Multas 154
 - 2.4.1 De las inspecciones y controles 154
 - 2.4.2 De las multas 156
 - 2.5 Recolección de Datos de Interés 157
- 3 Respuesta del sector privado 158
 - 3.1 Caracterización de la Respuesta 158
 - 3.2 Comparación de Aspectos Relevantes de las Ofertas 158
 - 3.3 Cuadro comparativo de precios ofertados 161



128



La gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en Maldonado, Uruguay ¹. Propuesta Municipal de Licitación

Introducción

La gestión de los residuos sólidos constituye en los hechos, el campo menos desarrollado que presenta la Ingeniería Sanitaria en el Uruguay (y seguramente en los países del área). Quizás una excesiva desvalorización de la sociedad por la "basura" (como popularmente se le denomina a los residuos sólidos), o el concepto en la Administración Pública de enviar como castigo al personal que no hizo "buena letra" hacia el "basural", sean algunos de los factores que nos expliquen tal retraso. Los motivos para interpretar cabalmente esta realidad, son muchos y complejos. En tal sentido se han desarrollado diversos simposios y congresos y seguramente transcurrirán más, para estar en todo momento evaluando el estado de necesidad que presentan nuestras sociedades en la gestión de los residuos sólidos.

Es fundamental entonces el intercambio de información: describir las propuestas, los resultados, los aciertos y los errores. Ponderar los esfuerzos, la tecnología aplicada, los resultados obtenidos y los recursos económicos aplicados.

Desde el año 1985, momento en el cual ingreso a la Intendencia Municipal de Maldonado, he tenido intervención fundamentalmente en la disposición final de los residuos sólidos urbanos. La función que me ha tocado ejercer ha sido diferente, algunas veces más cerca y otras más alejado. Esto me ha permitido alternar tareas directas (como estar a cargo en la Dirección de tareas), con asesoramientos o intervenciones puntuales. Pero en todo momento he intentado encarar la actividad con criticidad. Por otro lado, la concurrencia a diversos congresos me ha alimentado con la experiencia de otras propuestas en diferentes países. Es con todos estos antecedentes y con la participación de algunos compañeros municipales, que hemos realizado una propuesta de disposición final de residuos sólidos que creemos acertada y ajustada a las limitantes y exigencias que tenemos. Tal propuesta se encuentra plasmada en un Llamado a Licitación Pública de la Intendencia Municipal de Maldonado, que se realizará en el correr de los años 1995/96.

¹ Documento elaborado por el Ing. Jorge Hourcade (URUGUAY)



El presente documento constituye entonces, una descripción de esta propuesta, con el ánimo de aportar ideas y pautas, que puedan ser de interés para la buena resolución de la gestión de residuos sólidos urbanos. En él aparece una primera referencia a la situación que hoy en día se tiene en Maldonado, y posteriormente se detallan los distintos aspectos del Llamado a Licitación que se produjo en el año 1995-96 dentro de los cuales se encuentra el establecimiento de pautas técnicas, la preocupación por la contaminación (en subsuelo, aguas superficiales y atmósfera) y la determinación de controles para evitar desviaciones riesgosas en el desarrollo del servicio. Por último se describe la respuesta del sector privado ante el llamado a licitación, que constituye el elemento ejecutor que da viabilidad al planteo en su conjunto.

Cabe puntualizar por último, que hoy en día se está realizando la infraestructura necesaria para construir esta propuesta de relleno sanitario. Como en toda disciplina, la puesta en práctica plantea imprevistos y desviaciones que se transforman en nuevos desafíos para lograr obtener el mejor resultado posible. Es mi propósito, continuar en otro documento la descripción de esta etapa.

1. Situación Anterior

En el presente capítulo se realiza una descripción de la situación de partida (anterior al presente trabajo), en la gestión de los residuos sólidos de Maldonado. Se detalla la población que se sirve con el servicio de recolección y disposición final de estos residuos, las distancias de transporte y el tratamiento sobre los mismos.

Para el tratamiento y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos (dejando de lado los restos vegetales), debe informarse que se han centralizado todas las operaciones en un único establecimiento, que se ubica en el Paraje denominado "Las Rosas". Esto ha permitido tener un solo punto en el cual se aplican todos los recursos y cuidados del caso, y también un solo punto en el cual mitigar todos los impactos negativos que puedan resultar de tal actividad.

1.1 Población

El área geográfica que abarca el análisis del presente documento, se encuentra ubicado sobre el sur del Departamento de Maldonado. Básicamente se encuentran incluidos los siguientes centros poblados, Maldonado, Punta del Este (más zona costera de sus alrededores), San Carlos, Piraiópolis (más zona costera de sus alrededores), Pan de Azúcar y Gregorio Aznárez.

De acuerdo al Censo Nacional de Población del año 1995, se tienen los siguientes datos de habitantes para los distintos centros poblados. También se ha indicado la distancia aproximada al Establecimiento Las Rosas.



Lugar	Población	Distancia media al establecimiento de Disposición Final
Maldonado y aledaños	54.554	10
Punta del Este y Zona Balnearia	18.127	15
San Carlos	23.999	8
La Barra a José Ignacio	1.716	35
Zona Oeste (Piriápolis, Zona Balnearia)	17.503	50

El número total de población permanente servida por la recolección y disposición final de residuos en la zona analizada, es de 115 899 habitantes

1.2 Producciones de residuos sólidos

El Departamento de Maldonado en su zona sur, se encuentra fuertemente influido por el Turismo de temporada veraniega. Esto trae como consecuencia una importante producción de restos vegetales en las podas de árboles, arbustos, desmalezado, recorte de gramilla, etc. Este tipo de residuo no será analizado en el presente documento. Por otro lado, la concurrencia de turistas a la zona, aumenta los volúmenes de residuos urbanos, y modifica la composición de los mismos (disminuyendo la fracción orgánica, y aumentando la cantidad de plásticos y cartones).

De los datos registrados durante todo el año 1995, se tienen los siguientes números aproximados:

Valores en Ton/día	Alta Temporada	Baja Temporada
Máximo	250.000	130.000
Medio	180.000	80.000
Mínimo	160.000	15.000

Teniendo en cuenta los valores medios de producción de residuos sólidos urbanos para los meses mayo-junio-julio-agosto del año 1995, se tiene una producción per capita de 695 grs / día habitante.

Este número constituye un valor representativo de la producción unitaria, para la población permanente de la zona. El incremento de producción de residuos que pueda ocasionarse por la presencia de turistas en los fines de semana puede ser despreciado ya que la cantidad de turistas en esta época del año es muy baja.



1.3 Otras características de la zona

La zona de análisis carece de industrias de relevancia, por lo que no se espera tener volúmenes de consideración en la producción de residuos sólidos industriales

La característica sobresaliente si es la producción de enormes cantidades de restos vegetales, que se incrementa con el advenimiento del verano. El arreglo de los jardines públicos y privados, debido a la concurrencia del turista en la zona, ocasiona un pico de producción que exige tener instrumentado un buen sistema de recolección, tratamiento y disposición final de estos residuos. Como ya se dijo anteriormente, este aspecto no será desarrollado en este documento

2. Características del sistema anterior

Como primera caracterización debe apuntarse que el servicio de tratamiento y disposición final de residuos sólidos fue contratado por la Intendencia. Se compartieron responsabilidades en los resultados de dicho servicio ya que la empresa contratista y la Intendencia tenían a su cargo el suministro de distintos recursos que estaban afectados al mismo

El tratamiento y disposición final de los residuos sólidos domésticos que se realizó en la situación anterior, tenía dos fases. En la primera, se efectuaba una separación de ciertos residuos sobre una porción del total que ingresaba al Establecimiento (del orden del 20%) obteniéndose papel, cartón, vidrio, metales, y una parte orgánica que posteriormente se compostaba. El compost producido presentaba una excelente calidad, obteniendo además una pequeña proporción de humus mediante el proceso de lombricultura. En la segunda fase, se disponía de todo el resto de los residuos, vale decir de todo aquel que no había sido clasificado, en un vertedero a cielo abierto con tapadas esporádicas. Se verificaron detapes de residuos con una magnitud de meses, teniendo alta incidencia la presencia de lluvias. Los impactos negativos más importantes fueron: diseminación de líquidos contaminados en cursos de aguas superficiales y en el subsuelo inmediato, proliferación de bolsas livianas de polietileno que eran arrastradas por el viento, producción de olores nauseabundos en los alrededores, y la creación de importantes grupos de gaviotas (vector de trascendencia a distancia) que pisoteaban los plantíos vecinos.

La Empresa Contratista negociaba con total autonomía todos los materiales recuperados, obteniendo el 100% de lo comercializado por este concepto. Además, el servicio así caracterizado tenía un costo aproximado de U\$S 18 por cada tonelada que ingresaba al Establecimiento.



Referido a residuos especiales, como los de restos biológicos (animales muertos) o como los designados como hospitalarios, los mismos eran enterrados mezclándose con el residuo doméstico común. Debe aclararse, que a este Establecimiento no llegaba la totalidad de los residuos hospitalarios infecciosos.

La propuesta de este período, consistió en mantener la modalidad de contrato para el servicio, pero exigiendo mejores resultados y determinando claros mecanismos de control. Los detalles de esta propuesta, se encuentran especificados en el Pliego de Condiciones del Llamado a Licitación Pública correspondiente. Seguidamente se analiza el mismo.

2.1. Pliego de condiciones Principales características

En el entendido que la responsabilidad de la buena gestión en el Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos, recae y lo seguirá haciendo, sobre la Intendencia Municipal, la misma decide contratar la ejecución de dicho servicio.

Seguidamente se presentan algunos datos para tener idea del volumen de los servicios de Tratamiento y Disposición Final de Residuos de Maldonado, en ocasión del Llamado a Licitación.

<p>Tonelaje medios diarios 80 ton /día para baja temporada (abril a noviembre incluido) 180 ton /día para alta temporada (diciembre a marzo incluido) 0,5 metro cubico por día de residuos infeccioso hospitalario 1,0 metro cubico por día de restos biológicos</p>
<p>Cantidades totales a contratar 151 000 toneladas a procesarse en tres años y medio De los cuales 120 000 toneladas serán para Relleno Sanitario 30 000 toneladas serán para Recuperar y Reciclar 1 000 toneladas serán residuos hospitalarios</p>
<p>Area utilizada antes 0,5 Ha/año (media hectarea por año) del Llamado a Licitación</p>

Art. 1 La IM (Intendencia Municipal) llama a Licitación Pública para la contratación de Servicios de Recuperación, Reciclaje y Enterramiento de Residuos Sólidos bajo la forma de Relleno Sanitario, conjuntamente con los controles del Medio Ambiente.

Para lograr el objetivo de una forma conveniente, se pautan ciertos elementos, como por ejemplo:

- establecer en el manejo final de los residuos, la posibilidad de recuperar y reciclar parcialmente los mismos.
- establecer el pago de los servicios, aceptando que la recuperación y reciclaje tiene un cierto costo a cumplir por el Contratista y la Intendencia.



2.2.1 Manejo final de los residuos

Acerca de la posibilidad de recuperar y reciclar parcialmente los residuos, además de lo establecido en el Art. 1 arriba descripto, en el Art. 26 se determinan los porcentajes: 20% (en peso) a recuperar y reciclar y 80% a disponer en Relleno Sanitario. Estos porcentajes fueron adoptados a partir del servicio cumplido por la empresa Contratista antes del Llamado a Licitación que estamos analizando. Estos valores marcaban el punto óptimo, de forma de obtener el máximo de provecho económico en función del mercado existente y de la tecnología empleada.

Por otro lado en el Artículo 37, la Intendencia se reserva el derecho de adjudicar total o parcialmente los servicios, así como adjudicar de forma tal que el total de los residuos sólidos sean enterrados como Relleno Sanitario. Con este artículo, la Intendencia con los precios ofrecidos, podría evaluar la conveniencia o no de realizar la recuperación y reciclaje de residuos.

2.2.2. Forma de pago de los servicios

En lo referido al pago de servicios, se ha partido del concepto de que el recuperado y reciclado de residuos demanda un cierto costo para la sociedad, y no se repaga por sí mismo, al menos con las actuales reglas de juego de tecnología empleada y mercado existente.

Art. 51 - Forma de Pago. La Intendencia pagará únicamente por tres conceptos que son:

- tonelaje de residuo sólido enterrado
- tonelaje de residuo recuperado y reciclado
- tonelaje de residuo sólido hospitalario infeccioso al enterramiento

Por este motivo el oferente presentará únicamente los precios unitarios de los ítems arriba establecidos.

Toda la infraestructura y equipamiento necesarios para el buen funcionamiento del Establecimiento de Recuperado, Reciclado y Relleno Sanitario, no será motivo de remuneración adicional alguna al contratista.

Art. 26 - Numeral "B" - La propuesta económica contendrá la cotización, por separado para cada uno de los servicios licitados:

- la Recuperación y Reciclado de Residuos Sólidos
- el enterrado en forma de Relleno Sanitario y sus controles
- el enterrado de Residuos Hospitalarios infecciosos

Para completar la idea del servicio que se contrata fueron establecidos los metrajes para cada rubro en base a las cuantificaciones realizadas en los últimos años.



Por estas consideraciones se deduce la importancia que tiene la determinación de los tonelajes en los distintos rubros, motivo por el cual se solicitó la incorporación de otra balanza electrónica, ya que el Establecimiento en la actualidad cuenta con una

Art 112 - Balanza electrónica El Contratista deberá suministrar e instalar una balanza del tipo electrónica similar a la existente, para pesar el rechazo del proceso de reciclado y recuperado. La obra civil correrá por cuenta del Contratista, debiendo el oferente presentar un plano con detalle completo de toda la balanza conjuntamente con la oferta. El costo de esta balanza deberá quedar integrado y prorrateado al de la oferta total, no debiendo ser detallado en ningún rubro específico con este nombre

2.1.3 Tareas del contratista y tareas de la intendencia

En la modalidad de funcionamiento, se establece que el Contratista deberá proveer todos los recursos y realizar todas las tareas que demanden los servicios de tratamiento y disposición final de residuos sólidos. En este caso no habrá participación municipal (suministro de maquinaria, suministro y transporte de material para la tapada con medios municipales o materiales para pavimentación, etc), aunque esto pueda conducir a una disminución de precios en las ofertas; la mezcla de eficiencias de la empresa privada con la de la administración pública indica una mala gestión. La única excepción se estableció con la posibilidad de entregar material para la tapada de residuos, dada la cercanía de canteras municipales con acopio en importantes proporciones de material gredoso sobrante. Este material apto para tapada se propuso a la consideración de los oferentes, pero con la condición de que debe ser cargado y transportado por el Contratista. La Intendencia indicará los lugares de donde se realizará la extracción de material, así como cualquier otra indicación relacionada con una buena explotación de la Cantera Municipal.

En consecuencia el Contratista deberá realizar todas las tareas y prestar todos los recursos para llevar adelante el servicio. A la Intendencia le corresponde

- definir el servicio, infraestructuras, pautas y los objetivos a cumplir
- aprobar las propuestas, con las consiguientes modificaciones o adaptaciones a que hubiere lugar
- realizar los controles de tareas del Contratista, cuidando especialmente la afectación inconveniente sobre el medio circundante (del subsuelo, de la superficie y atmosférico)
- aplicar multas ante incumplimientos no justificables
- obtener y difundir los datos de interés para la propia administración y otras similares
- recaudar el tributo correspondiente de la población servida, y pagar el servicio al Contratista



2.2 Pautas técnicas

Previamente a las consideraciones internas del establecimiento, debe decirse que la Intendencia decidió no permitir un traslado superior a 1500 metros del lugar que hoy es utilizado como sitio de disposición final de residuos. Esto obedece al bajo nivel de reclamos y afectaciones que el servicio actual ha presentado para la Intendencia. Este tema será tratado nuevamente en las Consideraciones de Impacto Ambiental.

2.2.1. Pautas técnicas para el relleno sanitario

En este sentido, se determinó el servicio que se pretende lograr con este nombre, ya que usualmente se designa con este nombre a muy diferentes formas de disponer los residuos sólidos.

Art. 105 - Relleno sanitario. Se entiende por Relleno Sanitario la disposición, compactación y enterramiento de los residuos sólidos con una frecuencia diaria. Los residuos se esparcen en capas delgadas, se compactan hasta llegar a un menor volumen y se tapan con material de cobertura adecuado.

Los residuos sólidos que se recibirán en el Establecimiento serán de tres tipos: residuos domiciliarios, restos biológicos (animales muertos como perros, caballos, peces y lobos) y residuos hospitalarios.

Para el caso de restos biológicos, los mismos se dispondrán en una fosa independiente que deberá tener las mismas condiciones que las establecidas para el resto del relleno sanitario. La tapada deberá realizarse en forma inmediata a la llegada del residuo.

Para el caso de residuo domiciliario, el terreno sobre el cual se practicará el relleno sanitario tendrá un declive mínimo del 0,5% (medio por ciento) en su base, de forma que permita recoger el lixiviado a lo largo de una línea. El fondo de este volumen deberá estar constituido por un suelo con 0,70 mts (setenta centímetros) de espesor mínimo que presente los siguientes valores de conductividad hidráulica:

- valor recomendable 10 EXP. -7 (diez elevado a la menos siete) cm/seg.
- valor tolerable 10 EXP. -6 (diez elevado a la menos seis) cm/seg.

Para el caso de no obtenerse dicho suelo deberá asegurarse la impermeabilidad con una membrana flexible de espesor apropiado colocada sobre el suelo compactado de forma que en su conjunto se asegure la impermeabilidad hidráulica solicitada.

Los valores de impermeabilidad se determinarán mediante ensayo normalizado, y se practicarán una vez cada 5 000 m² (cinco mil metros cuadrados).



El destape será evaluado diariamente por parte de la Intendencia, estableciéndose, la magnitud de un día de destape como el volumen ocupado por el residuo generado en un día de la época (en que es evaluado el destape) y que no ha sido debidamente dispuesto, compactado y tapado

Por otro lado en el Art. 107 ya descripto se estableció que podrá tenerse un destape máximo de cuatro días y se admitirá un destape medio mensual de 0,5 días

Debe agregarse que el destape así establecido, es cuantificado como destape máximo y medio mensual, una vez por mes, cada vez que el Contratista presenta su certificado de pago.

Sobre el lixiviado - recolección

El lixiviado será recolectado desde los puntos más bajos de las fosas rellenas de residuo a través de drenes. Estos drenes podrán estar constituidos por tubos cuyos diámetros oscilen entre 100mm y 250mm según la cuenca que capte, con perforaciones que aseguren el escurrimiento y la captación del lixiviado y su introducción al tubo. Los tubos estarán rodeados de pedregullo con diámetro no menor a 15mm aproximadamente, el cual podrá ser colocado en el interior de un geotextil que envolvera todo el paquete. La pendiente mínima de los drenes de recolección de lixiviado será de 0,5% (medio por ciento). Todas las medidas sugeridas no responsabilizarán a la Administración ante una eventual ocurrencia de mal funcionamiento, debiendo el proponente responsabilizarse por las medidas que indique

Tratamiento del lixiviado

El lixiviado será conducido hasta el lugar donde se realizará el tratamiento. Se sugiere que el Tratamiento de Lixiviado sea realizado por medio de lagunas, con una primera etapa anaerobia y una segunda aerobia. Complementariamente se podrán utilizar plantas acuáticas y aereadores. Esto no responsabilizará a la Intendencia ante un eventual mal funcionamiento de la Planta

El efluente de esta Planta de Tratamiento deberá cumplir con lo establecido en el Decreto 253/79

Torre de venteo

Se deberán construir torres de venteo para la evacuación de gases procedentes del propio relleno sanitario. Las mismas deberán asegurar un adecuado venteo y deberán prever para el futuro, la recolección de estos gases. El oferente deberá presentar en su proyecto el detalle correspondiente. Las siguientes indicaciones se realizan como su-gerencia y no responsabilizan a la Intendencia ante un eventual mal funcionamiento

Los caños podrán ser de 100mm de diámetro, con sombrero superior a 30 cms por encima del nivel de la superficie exterior superior del Relleno Sanitario



Estos caños deberán quedar inmersos en el residuo que constituye el Relleno Sanitario hasta una profundidad de 3 mts (contando desde la superficie exterior superior del mismo), y estar rodeado en toda su extensión por material granular (pedregullo con granulometría media de 10 mm) El caño podrá contar con perforaciones de 5 mm dispuestas cada 20 cms en tresbolillo

Se sugiere que las torres de venteo se dispongan cada 100 o 200 metros cuadrados, en forma aproximada

Cercos y cerramientos

Para el caso en que se adjudiquen los trabajos de Relleno Sanitario y los trabajos de Recuperación y Reciclado, se hace saber que el Establecimiento deberá tener una barrera física constituida por cerco olimpico (sin alambre de púa) de dos metros de altura aproximadamente, que divida las zonas donde se lleven a cabo ambas actividades. Este cerco incluirá una única portera donde deberá instalarse la balanza que cuantifique el rechazo del proceso denominado Recuperado y Reciclado.

El Establecimiento en su totalidad deberá tener un cerco perimetral, constituido por cerco olimpico

Se entiende por cerco olimpico a aquel que se integra por

- tejido de alambre (galvanizado o plastificado) con malla cuadrada de 8 cms de lado aproximadamente
- una o dos líneas de alambre de púa ubicado en la parte superior
- postes de hormigón cada tres o cuatro metros, debidamente fundados en el suelo
- altura 2 metros aproximadamente

2.2.2 Pautas técnicas para la disposición de residuos hospitalarios

Tal como se había expresado anteriormente, los residuos hospitalarios infecciosos del Departamento serán recibidos en este Establecimiento. En el Pliego de Condiciones se estableció

Para el caso de residuos hospitalarios infecciosos, mientras no se disponga en la zona de un horno para incineración u otro equipo de disposición final, dichos residuos serán depositados en una fosa sanitaria de seguridad. Esta fosa estará asentada sobre un espesor de un metro de suelo compactado que presente la conductividad hidráulica siguiente.

- valor deseable $10 \text{ EXP } -7$ (diez elevado a la menos siete) cms/seg
- valor tolerable $10 \text{ EXP } -6$ (diez elevado a la menos seis) cms/seg



Dicha fosa estará a su vez totalmente forrada con membrana flexible apropiada a estos fines, que se protegerá con suelos impermeables con un espesor no inferior a los 20 cms. La pendiente de fondo no será inferior al 2% (dos por ciento). La tapada del residuo deberá ser inmediata a la llegada del mismo y realizada preferentemente con cal, o en su defecto con tierra. La cobertura final se realizará con 20 cms de grada sobre la cual se colocará la membrana especificada, luego 10 cms de material granular y 30 cms de tierra vegetal. Las diferentes capas de cobertura final deberán ser paralelas y deberán tener una pendiente mínima del 2 % (dos por ciento).

2.2.3 Pautas técnicas para la recuperación y reciclaje

Art. 113 - Se entiende por recuperación y reciclaje al tratamiento del residuo con procesos de clasificación y separación de elementos reciclables (vidrio, cartón, papel, metales y plásticos), de materia orgánica, y la posterior actividad de recuperación y/o transformación de forma de obtener un producto útil en las distintas actividades de la sociedad. También se incluye la separación de pilas y baterías que deberán tener un tratamiento especial. Todo el material que no pueda ser recuperado y reciclado, constituirá el rechazo de este proceso, y será enterrado en el Relleno Sanitario.

En una primera etapa se efectuará una clasificación manual y/o mecánica recuperando materiales como papel, cartón, vidrio, plástico, metal, huesos, pilas y baterías.

Posteriormente se realizarán las tareas para la recuperación de la fracción orgánica, la que posteriormente recibirá el tratamiento de compostación. Paralelamente o complementariamente podrá utilizarse la técnica de lombricultura para obtener humus.

Los abonos orgánicos obtenidos deberán ser clasificados de acuerdo a:

- **Características**
 - granulometría
 - PH
 - humedad y materiales volátiles a 105 °C

- **Análisis de Producto Seco** - Materia Orgánica Total

- Nitrógeno Total
- Acido Fosfórico
- Potasio, Hierro, Manganeso, Boro

Para el caso en que se realice el lavado de materiales recuperados, el agua efluente deberá recibir el tratamiento correspondiente de forma de cumplir con el decreto 253/79.



Sobre los materiales recuperados y reciclados

Todos aquellos materiales que hayan sido recuperados y/o reciclados de los residuos sólidos, podrán ser comercializados por el Contratista sin que se le participe a la Intendencia en esa operación. Deberá ser informado sobre los volúmenes que han sido recuperados y reciclados para cada mes, discriminando en todos los ítems que establezca la Intendencia.

Entrega de compost a la intendencia

Para el caso en que la Intendencia adjudique el rubro Recuperación y Reciclado de residuos sólidos, el contratista estará obligado a entregar compost orgánico de su producción en las cantidades y calidades que se establecen seguidamente, sin que esto genere derecho a una facturación específica.

Cantidad 1 100 toneladas por año

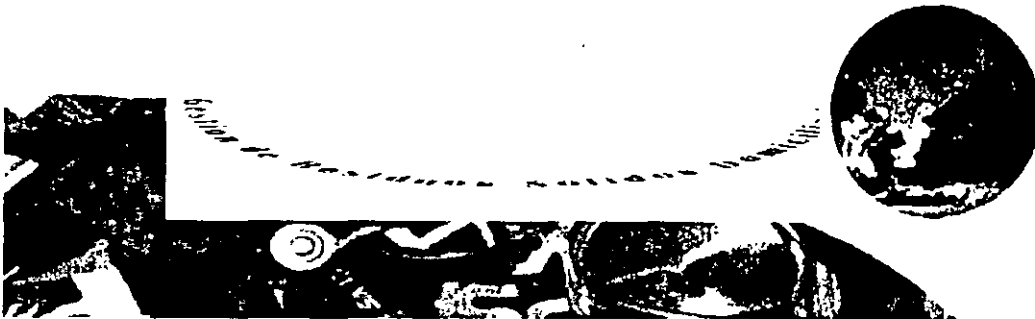
La calidad estará definida de acuerdo a las siguientes cláusulas, tamizado en malla de 2,0 mm, sin olor, de color marrón, la temperatura de la pila de compost terminado a nivel de núcleo deberá ser no mayor a 40°C, no se podrán identificar trozos de materia orgánica tales como cáscaras y cortezas, no podrá tener visibles trozos de vidrio, la humedad podrá presentar valores entre 35 y 40%, la relación peso/volumen deberá ser 1,00, deberá ser libre de semillas, y no podrá contener metales pesados.

2.2.4. Requerimientos para la presentación de la oferta técnica

En el Art. 24 Numeral D, se requiere del oferente una indicación detallada y precisa de cómo se ajustará la propuesta de los servicios licitados a las exigencias establecidas por la Intendencia. Debiendo presentar:

Numeral D1 - Nombre del o los representantes técnicos de la Empresa. Se admitirá como máximo dos representantes técnicos. Se indicará el desempeño del o los representantes en trabajos de Recuperado, Reciclado, Relleno Sanitario incluyendo el Tratamiento del Líquido Lixiviado y el Control del estado del agua subterránea. Uno de estos representantes deberá ser Ingeniero Civil de la Opción Hidráulica y Sanitaria o similar debidamente demostrado (con cursos de capacitación que así lo ameriten).

Numeral D2 - Anteproyecto del Establecimiento de Recuperación, Reciclado y Relleno Sanitario de Residuos Sólidos Urbanos. Para este anteproyecto la Intendencia entregará un relevamiento planialtimétrico de todo el predio que actualmente se utiliza para la disposición final de R. S.



Para el Anteproyecto del Relleno Sanitario deberá indicarse

- **En estudios previos**

- Estudios de suelo (geología e hidrogeología en el subsuelo inmediato)
- Relevamiento Topográfico
- Información hidrológica (características de cuencas)
- Información meteorológica (precipitaciones, temperatura, y evapotranspiración)
- Vientos predominantes

En lo referido a la impermeabilidad del subsuelo inmediato a las celdas del Relleno Sanitario, se dispuso realizar algunos estudios con cierta cautela por parte de los oferentes.

Para completar el Estudio de Suelos se deberá presentar perfil geológico hasta llegar a la primera napa freática o profundizando al menos 3 mts (tres metros) por debajo del nivel de fondo (piso) del Relleno Sanitario. En este perfil deberá caracterizarse el material y su capacidad de impermeabilidad a través de la Conductividad Hidráulica (o Coeficiente de Permeabilidad). Los cateos deberán ser practicados en la cantidad de puntos mínimos en el criterio del técnico informante, como para asegurar que los resultados puedan inferirse a toda el área que se pretende utilizar por el Relleno Sanitario. El Estudio de Suelos deberá ser avalado por los siguientes técnicos: un Geólogo y un Ingeniero Civil de la opción Vial o similar debidamente comprobado (con títulos expedidos por la Universidad de la R.O. del Uruguay).

Los ensayos para la determinación de la Conductividad Hidráulica (o Coeficiente de Permeabilidad) podrán ser ejecutados por Laboratorio particular especializado, pero deberán ser avalados por el Departamento de Geotécnica del Instituto de Estructuras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de R.O del Uruguay.

- **En diseño y construcción**

- Preparación del sitio (impermeabilización del fondo, recolección de lixiviado, celdas para rellenar, caminos de acceso, cercado perimetral, torres de venteo, etc)
- Descripción general de las operaciones del Relleno Sanitario (incluir el funcionamiento para días de lluvia)

Este anteproyecto debe presentarse a Escala 1:500

Debera identificarse toda instalación que se proponga construir a los efectos de cumplir con la propuesta técnica detallada, incluyendo lo correspondiente a la balanza electrónica que se solicita

Debera indicarse la ubicación de fosas para la recepción de restos biológicos, residuos hospitalarios, y de las fosas para el Relleno Sanitario del resto de los residuos sólidos urbanos

Indicar el avanzamiento para el periodo de contrato.



Deberá indicarse el predio propuesto por el oferente para poder completar el Relleno Sanitario aquí Licitado para todo el periodo. Además deberá proporcionarse información geológica del mismo, en las profundidades que sean afectadas por este servicio de relleno sanitario, y con adecuados márgenes de seguridad

El anteproyecto de la Planta de Recuperación y Reciclado, deberá presentarse a Escala 1:100, debiendo especificarse con el nivel suficiente para obtener una descripción de detalle de todos los elementos componentes de esta Planta, que por otro lado deberán estar incluidos en la Memoria Descriptiva

El anteproyecto de la Planta de Tratamiento de Lixiviado, deberá incluir una memoria técnica, conjuntamente con las piezas gráficas a escala 1:200. Posteriormente a la adjudicación, el contratista deberá gestionar y obtener la aprobación de esta Planta de Tratamiento frente a la Dirección Nacional de Medio Ambiente (Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente), así como la aprobación del Informe de Puesta en Funcionamiento correspondiente.

El Plano de Ubicación tendrá una escala $E = 1 : 10\,000$

2.3 Consideraciones del impacto ambiental

2.3.1 Localización

Referente a la ubicación del sitio para realizar el tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos, la Intendencia decidió mantener la actual posición, ya que como ya se dijo esta localización (Paraje Las Rosas) había generado poca afectación negativa y denuncias de vecinos. El tener esta situación, con un vertedero y no un Relleno Sanitario, hizo pensar que un establecimiento del tipo del que se aspira tener (según lo que ha sido caracterizado más arriba) sería perfectamente tolerado por los vecinos del lugar y el ambiente de los alrededores. Cinco años antes esta Intendencia y la comunidad en su conjunto, estuvimos pensando en torno a la ubicación adecuada para el sitio de disposición final de residuos sólidos, pasando el mismo por distintos lugares provisionarios de alternativa. Por lo que una vez encontrado un sitio en el cual esta actividad causa baja afectación (al menos aparente) el mismo será mantenido.

Art. 104 - La Intendencia entregará el sitio donde actualmente se deposita el Residuo Sólido, a los efectos de ubicar la infraestructura necesaria para realizar los servicios aquí licitados. En el plano entregado, se detalla la planialtimetría del área ya utilizada y del área que ha permanecido libre. El enterradero actual se entregará (por parte de la Intendencia) sin destape.

Este terreno podrá ser utilizado para Relleno Sanitario en las zonas indicadas como libres. Para el momento en que se agote dicho terreno, el oferente deberá proponer a la Intendencia otro terreno que diste del primero no más de 1.500 mts (mil quinientos metros) aproximadamente y se ubique sobre camino vecinal que esté en condiciones similares al que hoy le da acceso al actual enterradero municipal.



2.3.2 Requerimiento de la viabilidad ambiental

Además de todos los estudios preliminares exigidos, se solicito tramitar la Viabilidad Ambiental definida como sigue

Art 119 - El Contratista deberá realizar la gestión de la Vialidad ambiental de la actividad aquí licitada, y obtener la aprobación correspondiente del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

Este estudio deberá describir y evaluar la siguiente información:

- actividades a desarrollar y uso del predio
- plano de ubicación a Escala 1:10 000, identificando las ciudades de Maldonado y San Carlos, así como los principales accidentes geográficos, rutas nacionales, caminos vecinales, poblados, casas, establecimientos de uso turístico, industrial, y cualquier otro elemento significativo
- principales características ambientales del entorno
 - geología del subsuelo
 - hidrología
 - accidentes geográficos
 - vías de acceso, caminos vecinales y rutas nacionales
 - flora y fauna, naturales del lugar
 - viviendas cercanas
- impactos sobre los recursos descriptos e inferibles que se produzcan a partir de la realización de las actividades de Relleno Sanitario y Recuperación - Reciclado de Residuos Sólidos

2.3.3 Del cuidado de los alrededores

A este respecto en el Art 116 se estableció que a los efectos de evitar la degradación del medio ambiente se establecerán las acciones necesarias para controlar los roedores, aves e insectos, utilizando medios y productos autorizados a tales efectos por el Ministerio de Salud Pública y esta Municipalidad

Por otro lado dentro de las pautas técnicas para el Relleno Sanitario, se estableció la obligación de realizar una cerca en todo el contorno del Establecimiento, que entre otras cosas contribuirá al control de la dispersión con el viento de elementos livianos como las bolsas de polietileno

2.3.4 Del cuidado del subsuelo

En el Art 116 se estableció que para el control de la posible contaminación en el subsuelo se practicarán seis perforaciones (pozos testigos) dentro del establecimiento con hasta 30 mts (treinta metros) de profundidad. La ubicación y profundidad de estas perforaciones se determinarán por parte de la Intendencia. Estos pozos testigos tendrán un diámetro mínimo de 100 mm (cien milímetros). El Contratista realizará un



equipamiento de dos electrobombas sumergibles y portátiles para la extracción de agua. La alimentación de energía eléctrica correrá por cuenta del Contratista pudiendo quedar resuelto por conexión a la red de energía eléctrica existente en el establecimiento o por grupo electrógeno

Referente al monitoreo del agua del subsuelo, se estableció que el mismo será de cuenta del Contratista, y se realizará una vez cada tres meses

Los parámetros a controlar serán

- Cromo hexavalente
- Plomo
- Mercurio
- Nitrato
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Bacteriología (coliformes totales)

2.3.5 Del cuidado de cursos de aguas superficiales

En el Art 116 se estableció que para evitar la contaminación de los cursos de agua superficiales, se instrumentará el tratamiento de líquidos lixiviados, y se minimizará la concurrencia de aguas provenientes de lluvia hacia el lugar por donde escurren los lixiviados

En el Art 110 se estableció que el efluente de la Planta de Tratamiento deberá cumplir con lo establecido en el Decreto 253/79

Por otro lado se estableció que el Efluente de la Planta de Tratamiento deberá analizarse (a cargo del Contratista) una vez cada tres meses. Los parámetros a controlar serán

- Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)
- Bacteriología (Coliformes Totales)
- Sólidos Suspendedos
- Metales Pesados

Además el curso de agua a donde se conecte el efluente de la Planta, deberá monitorearse (a cargo del Contratista) una vez cada seis meses. Los parámetros a controlar serán

- Oxígeno Disuelto
- Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)
- Bacteriología (Coliformes Totales)
- Metales Pesados



2.3.6 Del cuidado de la atmósfera

Dentro del Art. 71 y referido a los controles que realizará la Intendencia y que más adelante se verá con mayor detalle, se establece que los olores nauseabundos en los alrededores del Establecimiento será uno de los parámetros de inspección expresamente establecido

Por otro lado, y como ya fue visto en la Pautas Técnicas del Relleno Sanitario, se ha establecido la construcción de torres de venteo, las cuales facilitarán no solo la evacuación de los gases que se produzcan en el seno del propio Relleno Sanitario, sino que fundamentalmente permitirán la recolección de los mismos y el manejo que se considere más apropiado (quemado, filtrado, almacenamiento como combustible, etc)

2.3.7 Del cuidado frente a microorganismos patógenos de alto riesgo

Para los residuos infecciosos, provenientes de todos aquellos centros de atención en la salud de la población, se ha previsto la construcción de una FOSA SANITARIA DE SEGURIDAD, tal como ha sido explicado en el capítulo sobre Pautas Técnicas para el Relleno Sanitario. A grandes rasgos se trata de una fosa totalmente impermeabilizada por membrana flexible específica para este tipo de uso, dentro de la cual los residuos infecciosos descriptos son dispuestos y tapados inmediatamente luego de su llegada.

El cuidado y la precaución en la disposición final ha sido definida con mayor seguridad, ya que a la impermeabilidad pedida a las celdas de Relleno Sanitario de residuo sólido doméstico se le ha agregado un factor de seguridad alto como es el uso de membranas flexibles impermeables. También en la operación se ha extremado la seguridad, ya que se solicita el tapado inmediato al arribo del residuo, e incluso pudiendo llegar a utilizarse la cal como elemento séptico de tapada

2.4. Controles: inspecciones y multas

2.4.1. De las inspecciones y controles

Una vez establecidas las tareas que el Contratista debe realizar, ha sido fundamental establecer las formas y parámetros que la Intendencia utilizará para inspeccionar y controlar los servicios; así también como la determinación de las multas para cuando se constaten apartamientos del buen desarrollo de los servicios de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos. Seguidamente se detalla como fue abordado el tema en el Pliego de Condiciones de la Licitación

Art. 70 - La Intendencia se reserva el derecho de establecer los controles que aseguren la regularidad, la calidad y la eficiencia de los servicios



Art. 71 - Los controles podrán realizarse sobre los distintos aspectos del funcionamiento de la empresa adjudicataria y entre otras en las áreas de enterramiento de residuos - captación, conducción y tratamiento de lixiviado - recuperación y reciclado de residuos. Básicamente incluirá

- permeabilidad de suelo del fondo de las celdas utilizadas en el Relleno Sanitario
- tapada en las distintas fosas (de residuos hospitalarios, de restos orgánicos, y del resto de residuos)
- presencia de roedores, insectos y olores nauseabundos en los alrededores y dentro del Establecimiento de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos.
- análisis de efluentes líquidos del establecimiento, a efectos de corroborar el cumplimiento del Decreto 253/79
- cantidad de residuos que se entierra
- cantidad de residuos que se recupera y recicla en sus distintos componentes

Art. 73 - Los controles se efectuarán en cualquier momento, durante el horario de trabajo o fuera del mismo

Paralelamente y dentro de otras obligaciones que deberá atender el Contratista, y a los efectos de poder hacer efectivas las cláusulas de inspección y control que el Pliego de Condiciones ha establecido, figuran

- Proporcionar un vehículo a la Dirección de la Intendencia, durante todo el periodo, en que se realicen los servicios contratados. Esto facilita las inspecciones y la respuesta rápida de la Intendencia ante denuncias puntuales, o disfunciones momentáneas, además asegura los movimientos de la Dirección de Obra frente a ocasionales no disponibilidades de vehículos
- Proporcionar una máquina fotográfica con registro de día y hora inviolable, conjuntamente con el revelado y ampliación de dos películas de 36 exposiciones por cada mes del periodo en que dure el servicio licitado. Este elemento permitirá tener un registro gráfico de lo que sucede todos y cada uno de los días del periodo completo de contrato, particularmente en la medida del destape de residuos. Este registro será de vital importancia no sólo ante diferencias que puedan existir con el Contratista sino también para brindar a la sociedad en su conjunto una prueba fehaciente de como ha sido llevado a cabo el servicio. El buen desempeño de un contratista al realizar una carretera, se evidencia con el comportamiento que tiene la misma (de acuerdo al uso que se le de), lo que se evalúa fundamentalmente luego de haber sido finalizada su construcción. Mientras que para un Relleno Sanitario, sin dejar de que nos importe el comportamiento después de haberse finalizado, interesa fundamentalmente evaluar como fue su funcionamiento durante su construcción.
- Proporcionar un local de 3 mts x 3 mts (o similar) como oficina, con un baño para personal municipal de control. Dicho local estará ubicado en lugar apropiado para desarrollar las tareas de contralor, así como contar con adecuadas ven



Anexo 3

La gestión de los RSU en Maldonado, Uruguay.

tan que permitan una efectiva visualización de las tareas que se desarrollen en el Establecimiento de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos

2.4.2 De las multas

Art. 62 - Se establece un periodo de tolerancia de 30 días a regir desde que se notifiquen las deficiencias que puedan ocurrir por primera vez en el cumplimiento de los servicios, a efectos de ajustar el desarrollo normal. Para el caso de reiteración de la deficiencia en cuestión, el periodo de tolerancia se reduce a 10 días para la segunda vez de constatación de la deficiencia, y a 2 días para la tercera y demás veces de constatación de la deficiencia.

Art. 63 - El Contratista adoptará las medidas necesarias para corregir las deficiencias de las que sea responsable durante el periodo de tolerancia.

Art. 64 - Finalizado el periodo de tolerancia, la Intendencia podrá imponer al Contratista las sanciones pecuniarias que regulan la siguiente tabla

1 Presencia de roedores y olores nauseabundos en los alrededores	10 a 50 U.R./día
2 Presencia de residuos líquidos como bolsas de plástico en los alrededores	5 a 20 U.R./día
3 Ausencia de Oxígeno disuelto en el curso de agua donde desemboca el efluente de la Planta de Tratamiento de Lixiviados	5 a 50 U.R./día
4 No cumplimiento de los valores establecidos en el Decreto 253/79 en el efluente de la Planta de Tratamiento de Lixiviados	5 a 50 U.R./día
5 Descarga directa de lixiviado al curso de agua sin pasar por la Planta de Tratamiento	20 a 100 U.R./día
6 Destape diario promedio mensual superior a medio día	100 U.R./día
7 Destape superior a los cuatro días	100 U.R./día

Art. 65 - Además de las deficiencias específicas establecidas, la Intendencia se reserva el derecho de imponer una penalidad hasta el importe máximo por deficiencia del Contratista en el cumplimiento de sus obligaciones conforme al contrato.

Art. 66 - Además, el Contratista podrá ser sancionado con penalidades graduables entre el 5 y el 50% del monto total de la facturación por los servicios correspondientes al mes en que, mediante procedimientos administrativos lograre o intentare de la Intendencia retribución indebida utilizando para ello el ardid o el engaño en cualesquiera de sus formas, sin perjuicio de la revocación del contrato y de las acciones penales que correspondieran.



Como comentario a este apartado sobre las multas, cabe precisar que se entiende realmente dificultoso el cumplimiento del Relleno Sanitario con todo su rigor, aún con las flexibilizaciones que el Pliego que se analiza ha planteado, por lo que se introduce un nuevo factor de tolerancia (en el establecimiento de multas) y que deberá ser manejado por la Intendencia de manera de permitir al Contratista superar los problemas al principio del contrato y obtener un adecuado servicio a lo largo de todo el período de dicho contrato. Es importante destacar que este servicio de Tratamiento y Disposición Final tal como ha sido planteado, es uno de los primeros en su género en nuestro país, por lo que es de esperar la aparición de una gran cantidad de inconvenientes e imprevistos en su puesta en funcionamiento.

2.5. Recolección de datos de interés

La recolección de datos de interés siempre es una tarea altamente beneficiosa, y que en la mayoría de los casos no demanda costos extras de importancia.

Art. 77 - El Contratista estará obligado a suministrar la siguiente información detallada en forma mensual:

- residuo hospitalario a disponer en metros cúbicos/mes y en toneladas/mes
- restos biológicos a disponer en metros cúbicos/mes y en toneladas/mes
- residuos domiciliarios a procesar en recuperado y reciclado en toneladas/día
- residuos a enterrar en metros cúbicos/día y en toneladas/día
- papel, cartón, vidrios, metales, plásticos en sus distintos tipos, pilas y baterías, en las unidades que resulten más convenientes y en cada tipo

Por otro lado de los monitoreos de aguas se obtendrán los valores de diferentes elementos como:

- para aguas subterráneas: cromo hexavalente, plomo, mercurio, Nitrato, DQO, y Coliformes Totales
- para aguas del efluente de la Planta: DBO5, Coliformes Totales, Sólidos Suspendidos y Metales Pesados
- para aguas del curso de agua donde llega el efluente de la Planta: Oxígeno Disuelto, DBO5, Coliformes
- Totales, y Metales Pesados

También al exigirse el cumplimiento del Decreto 253/79, se obtendrá el rendimiento de la Planta de Tratamiento de Lixiviado en la remoción de sus distintos elementos que miden el grado de contaminación, así como evaluar la incidencia de las precipitaciones en la producción de lixiviado.

Podrá caracterizarse el lixiviado de la fosa de seguridad utilizada para los residuos hospitalarios y la efectividad de su tratamiento.



Otros datos de interés que podrán ser recogidos, tal como se pauta el presente Pliego de Licitación, son

- Densidad real alcanzada en el Relleno Sanitario (toneladas por metro cúbico), con determinación del porcentaje de material para el tapado de residuos
- Incidencia sobre el subsuelo del Relleno Sanitario, teniendo en cuenta la permeabilidad del terreno
- Posibilidad de caracterizar el desprendimiento gaseoso (composición y cantidad) del Relleno Sanitario

3. Respuesta del sector privado

3.1 Caracterización de las respuestas

Ante el Llamado a Licitación Pública realizado, se presentaron cuatro ofertas, con las siguientes figuras jurídicas:

- una en forma de consorcio
- una con promesa de consorcio, para el caso en que resultare adjudicataria
- dos empresas en formas de sociedades anónimas

Uno de los oferentes tienen integración 100% uruguaya (tanto en sus aspectos empresariales como en el de sus técnicos), los otros tienen integración mixta de recursos uruguayos y extranjeros (en dos casos con argentinos y en el restante con brasileros)

3.2 Comparación de aspectos relevantes de las ofertas

Seguidamente se presenta un cuadro comparativo con los aspectos más relevantes de las cuatro ofertas.



En el tratamiento de Líquidos Lixiviados				
Tipo de Tratamiento	Biológico	Químico	Biológico + Biológico	
Unidades de Tratamiento	Lag. Anaerobia Lag. Aireada Desinfección	Lag. Anaerobia Lag. Aireada Lag. facultativa	Floculadores Lag. Aireada Desinfección	Lag. Anaerobia Lag.
Escurrimiento superficial			Facultativa	
Area global utilizada para el tratamiento	750 m ²	2.900 m ²	2.300 m ²	2.6150 m ²
Caudal de lixiviado previsto tratar	5 m ³ /día	43 m ³	12 a 15 m ³ /día	7 a 12 m ³ /día
Concentración de DBO prevista para el lixiviado (mg/l)	5.000	5.000	20.000	a 40.000
Carga orgánica prevista a tratar (Kg DBO/día)	30	220	400	a 570
Caudal de pluviales previstos recibir	2,5 m ³ /día	21,3 m ³ /día	0 m ³ /día	
Laguna Anaerobias				
Cantidad	1 unidad	2 unidades	2 unidades	
Eficiencia en la remoción de DBO	40%	0	55 x 0,65 = 88%	
Carga (Kg DBO/m ³ día)	3	10	a 17,26	
Tiempo de retención	200 días	47 días	120	a 206 días
Laguna Aireada				
Carga (Kg DBO/m ³ día)	8	3,6		
Remoción DBO	99%	80%		
Tiempo de retención	78 días	17 días		
Carga (Kg DBO/m ³ día)	69	150		
Eficiencia Remoción DBO	99%			
Tiempo de Retención	78 días			

3.3 Cuadro comparativo de precios ofertados

Luego de haber descripto en forma más o menos detallada, las pautas de los servicios que la Intendencia pretende contratar, y haber caracterizado las ofertas, pasamos al precio de los diferentes rubros

Rubro	Oferta N°1	Oferta N° 2	Oferta N°3	Oferta N°4
Relleno Sanitario	10,05	9,04	15,38	30,52
Recuperado y Reciclado	19,95	41,82	26,29	71,48
Disposicion de Res. Hospital				
En Fosa Segundad	21.82	104,55	25,63	73,80
Los datos son en pesos U\$S/Tonelada				

Para el caso de disposicion de Residuos Hospitalarios se plantearon alternativas, recurriendo al proceso de incineración pirolítica