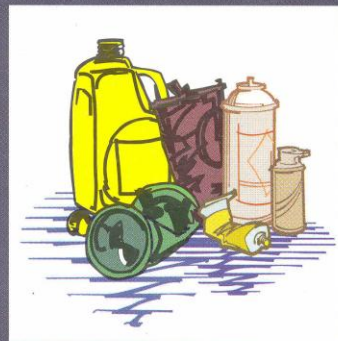
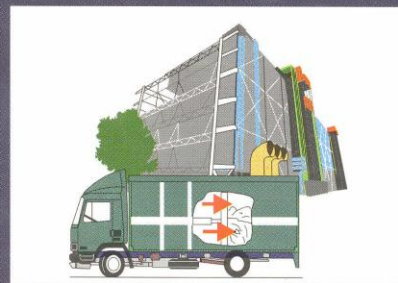


MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES



PROGRAMA DE CAPACITACION Y CERTIFICACION
DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE SENA



MINISTERIO DE
DESARROLLO ECONOMICO



Este título digital por Sistema de Bibliotecas SENA se encuentra bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-compartirigual 3.0 unported License.

<http://co.creativecommons.org/tipos-de-licencias/>

Creado a partir de la obra en <http://biblioteca.sena.edu.co>

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y CERTIFICACIÓN DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO

MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES SOLIDOS MUNICIPALES

Curso básico

PRESENTACIÓN



MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS Y MUNICIPALES

MINISTERIO DE DESARROLLO
ECONÓMICO

Fernando Araujo Perdomo
Ministro

Martha Abondano Capella
Viceministra de Desarrollo
Urbano

Carmiña Moreno Rodríguez
Directora de Servicios Públicos
Domiciliarios Agua Potable y
Saneamiento Básico

Asesoría y Asistencia Técnica
Armando Vargas Liévano

SERVICIO NACIONAL DE
APRENDIZAJE - SENA

Tulio Arbeláez Gómez
Director

Hernando Ruiz López
Director Formación
Profesional

Juanita Vélez Goyeneche
Jefe División Sector Comercio
y Servicios

Asesoría Nora
Baena Padilla

Diseño Metodológico y Pedagógico

Cinara - Universidad del Valle - 1997

Diseño Técnico

Héctor Collazos

1 a Edición Ministerio de Desarrollo Económico, 1999

Impresión Sena Publicaciones



PRESENTACIÓN

Este módulo se inscribe en las actividades de capacitación introductoria del Programa Nacional de Capacitación que lidera la Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Desarrollo Económico. El conjunto total de temáticas incluidas es el siguiente:

- Administración y finanzas de empresas prestadoras de servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo,
- Control de la calidad del agua,
- Fontanería Municipal,
- Gestión comercial para entidades prestadoras de servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo,
- Manejo y disposición de residuos sólidos municipales,
- Operación y mantenimiento de redes de acueducto y alcantarillado,
- Operación y mantenimiento de equipos electromecánicos de sistemas de acueducto y alcantarillado.
- Operación y mantenimiento de pozos profundos para acueductos
- Operación y mantenimiento de plantas de potabilización de agua,

Considerando el carácter introductorio del Programa, éste ofrecimiento se constituye en un primer elemento del proceso de certificación de aptitud profesional por parte del SENA. Las condiciones detalladas sobre el mismo serán fijadas por esta institución.

En ningún caso el contenido de los módulos agota la temática abordada ni exime de responsabilidad al facilitador quien, con su experiencia, debe adecuar o complementar los contenidos de acuerdo a un análisis del contexto específico en el cual se realiza el ofrecimiento. No puede ser lo mismo, por ejemplo, el conjunto de temas a abordar en la costa del pacífico y en la zona andina, considerando las diferencias en condiciones sociales, culturales, topográficas y de opciones tecnológicas a implementar con la perspectiva de que sean sostenibles.



DESTINATARIOS

El documento está dirigido hacia:

- Comunidades rurales
- Pequeños municipios
- Municipios o en general comunidades hasta 60.000 habitantes.

En ellas, el documento se orienta hacia la capacitación de líderes comunitarios, administradores de los servicios de aseo, operadores de recolección y de disposición final de residuos sólidos; promotores comunitarios; promotores de saneamiento y en general toda persona involucrada en gestión del servicio o en la ejecución de actividades de recolección, transporte, disposición final y manejo de residuos sólidos de las comunidades enunciadas arriba.

Su perfil, en términos generales, será:

Educación que le permita:

- Leer con comprensión
- Escribir ideas claras
- Manejar las 4 operaciones fundamentales de la aritmética.
- Conocimientos básicos sobre geometría en cuanto a áreas y volúmenes.

Habilidades para:

- Dibujar esquemas a mano alzada o con regla.
- Comprensión de mecanismos de equipos sencillos.

Facilidades para:

- Interrelacionarse con comunidad y hacer trabajo en conjunto.
- Comunicarse claramente con otros.
- Organizar grupos de trabajo.
- Observaciones de procesos comunitarios y de ejecución de actividades.

Interés para

- Involucrarse dentro del tema. Que no le de temor manejar relaciones comunitarias
- Manejar asuntos relacionados con residuos sólidos.



PROPÓSITO

Capacitar a los participantes en el manejo de los residuos sólidos desde el mismo momento en que se originan por el usuario (comercial o residencial) hasta cuando se dispone finalmente de ellos.

TABLA DE CONTENIDO DEL MÓDULO

Capítulo	0.	Guía para el facilitador.
Capítulo	1.	El problema de los residuos sólidos.
Capítulo	2.	Características de los residuos sólidos.
Capítulo	3.	Almacenamiento y presentación de los residuos sólidos.
Capítulo	4.	Transporte de las basuras
Capítulo	5.	Barrido de calles y limpieza de áreas públicas.
Capítulo	6.	Disposición final de las basuras.
Capítulo	7.	Guías generales de gestión, reglamentación.
Capítulo	8.	Ejemplo ilustrativo y Material complementario.



PERFIL PARA EL DOCENTE

El docente debe, preferiblemente, poseer:

- _ Experiencia en el tema de residuos sólidos, ya sea en diseño, construcción u operación de servicios de aseo.
- _ Orientación hacia el reconocimiento del trabajo con la comunidad y hacia el buen uso de los recursos ambientales.
- _ Facilidad de comunicación con grupos heterogéneos, siendo tolerante pero seguro en las relaciones.
- _ Capacidad de organización y disciplina para ejecutar todas las actividades docentes en el tiempo previsto.
- Facilidad de manejo de ayudas educativas y de técnicas docentes.

**MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS EN
MUNICIPIOS
Curso básico**



**CAPÍTULO 0
GUÍA DEL FACILITADOR**

PRESENTACIÓN

En este capítulo se realizan recomendaciones para la planificación y ejecución de cada evento. Se recomienda que el facilitador revise el módulo completo antes del ofrecimiento del curso-taller.

Contiene objetivos, metodología, evaluación, agenda de trabajo y recomendaciones pedagógicas y logísticas. El destinatario principal del Capítulo es el facilitador. Sin embargo, recomendamos su revisión por parte de los alumnos pues en el se consigna una metodología que requiere de su participación activa.

OBJETIVOS

Al finalizar este capítulo se espera que el lector este en capacidad de:

- Reconocer y aplicar una metodología participativa para el ofrecimiento del módulo.
- Proponer una agenda de curso para cada contexto específico, usando como base la propuesta en este capítulo.

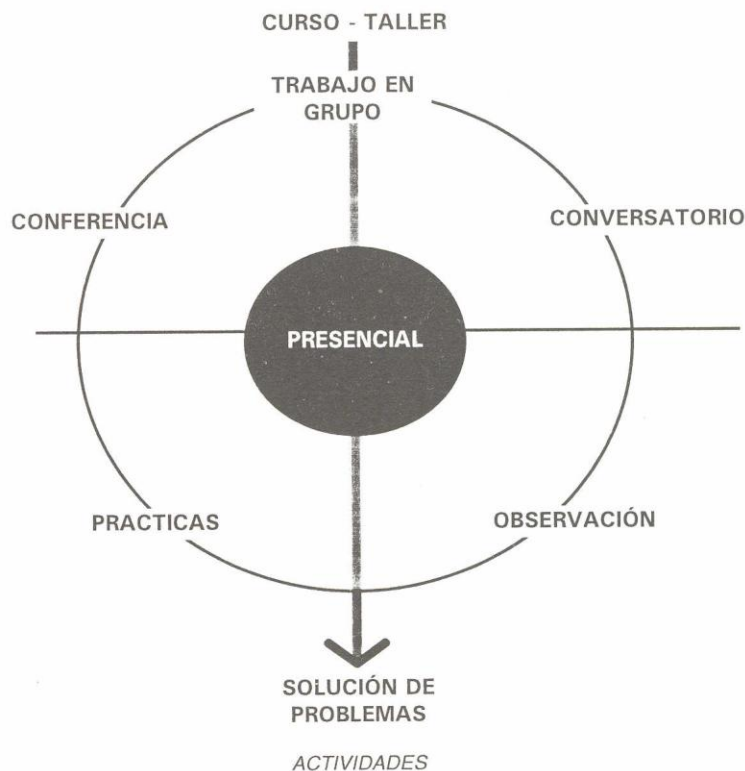


METODOLOGIA PROPUESTA

Énfasis metodológico y técnicas didácticas

La capacitación se realiza en la modalidad de curso-taller, apuntando a la solución de problemas específicos; se privilegian el trabajo en grupo y el conversatorio en plenaria sobre la conferencia, se sugiere usar técnicas como la pintura dactilar, el sociodrama. Las actividades de campo son esenciales y combinan la observación, demostraciones y aplicaciones (prácticas de campo y de laboratorio). Ver figura No. 1. Las observaciones se llevan a cabo sobre situaciones preferiblemente reales. Permiten establecer el conocimiento del objeto de estudio con el aporte de la experiencia previa del participante. Las demostraciones se llevan a cabo en situaciones similares, pedagógicamente adecuadas y constituyen una prolongación de la observación. Las aplicaciones se llevan a cabo alrededor de situaciones simples asimilables para operar con conceptos o habilidades.

La solución a problemas constituye la instancia de integración y promueve las actividades previas alrededor de situaciones preferiblemente reales o de alta complejidad simulada.



EV ALUACIÓN

En lo que se refiere al aprendizaje de los alumnos, el facilitador evaluará con ellos el cumplimiento de los objetivos en la medida en que se avance con cada temática. Enmarcados en el propósito de generar autonomía, se hará énfasis en la autoevaluación.

Se recomienda que el facilitador incluya como indicadores para la evaluación:

- La asistencia a las actividades programadas,
- La participación cualificada y
- El desarrollo adecuado de los trabajos prácticos.

Aunque es indispensable que los participantes diligencien los formatos de evaluación, se recomienda que el facilitador genere condiciones para la evaluación oral, desde luego sistematizando los resultados.

PROGRAMA SUGERIDO

Se incluye a continuación un programa tipo. Sin embargo, la agenda debe ser modificada por el facilitador según la problemática específica de cada región, el perfil y experiencia de los participantes en el curso. Es decir, las temáticas a ser abordadas en cada ofrecimiento, su duración y secuencia están determinadas por las necesidades de los participantes y deben ser concertadas con estos por el facilitador.

Para efectos de concretar lo anterior y poner en operación las recomendaciones al facilitador (ver ítem correspondiente en este capítulo), se sugiere que todos los ofrecimientos inicien con una actividad en la cual se concerté la agenda y terminen con un plan de acción individual - o por localidad - que permita a los participantes evidenciar la apropiación respecto de la temática abordada y su utilidad práctica.



Curso Introductorio sobre: MANEJO y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS

Hora	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
8:00	* Apertura del evento Reconocimiento de los participantes e identificación de los problemas típicos de la región.	TRATAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA (Cap 3, 4) * Práctica de Campo -Inspección sanitaria, componentes aguas arriba de la planta.	TOMA DE MUESTRAS Y PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO (Cap. 6, 7 y Anexos 1,2, y 3) *Práctica de Campo -Toma de muestras	TOMA DE MUESTRAS (Cap. 6)	CONTROL DEL DATO * Exposición
10:00 receso					
10:15	* Concertación de la agenda.(1)	- Identificación de unidades de tratamiento y sitios de muestreo	- Análisis de laboratorio	DESINFECCIÓN (Cap 5) * Práctica de campo - Identificación de equipos	LEGISLACION EN CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA (Anexo 4)
12:15 almuerzo					
2:00	* Conceptos básicos sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento (Cap. 1 y 2) - Integralidad - Sostenibilidad	* Exposición y discusión de conceptos -Inspección sanitaria (Cap. 3)	* Exposición y discusión de conceptos - Parámetros básicos para el Control de la Calidad del Agua (conceptualización, identificación y determinación (Cap. 7 y 1)	- Determinación	* Plan de Acción Local
4:00 receso					
4:15	* Conceptos básicos: Vigilancia y Control de la Calidad del Agua con participación comunitaria (cap 3)	- Tratamiento del Agua (cap 4)		* Exposición y discusión de conceptos (Cap 5)	
6:00					* Síntesis general del curso, evaluación final y clausura
	* Evaluación diaria	* Evaluación diaria	* Evaluación diaria	* Evaluación diaria	

1 . Después de este análisis el facilitador y los

RECOMENDACIONES PARA LA CONCERTACIÓN DE LA AGENDA

Previo a su desplazamiento, Usted debe considerar como insumos:

- Este módulo y particularmente la agenda tipo presentada.
- Su experiencia con la región donde va a realizarse el evento.
- Documentos institucionales sobre la región, especialmente sobre la situación respecto del objeto de trabajo.
- Información sobre número y perfil de participantes y posibilidades locativas.

Concertación de la agenda: Al iniciar el evento desarrolle una actividad que le permita conseguir este producto y paralelamente reconocer e integrar el grupo de participantes. Para esto se sugieren los siguientes pasos.

- Identificación de los problemas típicos de la región.
- Prefiguración de los resultados mínimos esperados en consecuencia con los problemas identificados.
- Concertación de la agenda.

¿Cómo hacerlo?

Existen múltiples maneras de lograr estos productos. Se sugiere que trabaje con la que usted se sienta más cómodo, pero sobretodo con aquella que haya vivido. Hay técnicas como la pintura dactilar y el sociodrama que son recomendables, pues permiten reconocer fácilmente aspectos como nivel de los participantes, situación de las localidades respecto de la temática particular, problemas de relaciones, grado de autoestima y autonomía de los participantes.

Se recomienda que el proceso parta de la experiencia de cada persona, continúe con el intercambio en pequeños grupos y culmine con la socialización en plenaria. El facilitador debe estar atento a recoger y sistematizar en lugar visible para todo el grupo, los resultados de cada uno de los pasos mencionados. En la página siguiente se muestra un ejemplo.



Pasos sugeridos para la concertación de la agenda *

1. Identifique los problemas con los participantes

- No existe claridad en los conceptos de calidad del agua, control y vigilancia
- Las inversiones no corresponden a las necesidades reales
- No se realiza control de la calidad de las pruebas, es decir, control del dato
- La cloración no es controlada
- Pobre fundamentación básica (lógica y matemática, química y microbiología)
- No se integra abastecimiento de agua, saneamiento y educación en higiene
- No se maneja el concepto de sostenibilidad
- La legislación es inapropiada para la diversidad regional y falta credibilidad en la misma



2. Concerte los resultados mínimos esperados del evento

- Identificar el riesgo como eje de la labor e implementar acciones para anticiparlo y minimizarlo
- Identificar y caracterizar los aspectos que tienen que ver con la calidad del agua y sus relaciones
- Identificar parámetros mínimos para valorar la calidad del agua y aplicar las técnicas pertinentes
- Solucionar los problemas con recursos propios
- Reconocer la actividad del control de la calidad del agua en una marco de integralidad
- Valorar el trabajo realizado
- Identificar la relación existente entre calidad del agua y calidad de vida



3. Acuerde la agenda de trabajo

DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
· Apertura · Concertación agenda	· Inspección sanitaria	· Tratamiento del agua · Desinfección del agua	· Control de la calidad del agua · Parámetros exigidos para el control de la calidad del agua (conceptualización, identificación y determinación)	· Legislación en control de la calidad del agua · Plan de acción local
· Sostenibilidad/ integralidad/ participación comunitaria/ calidad/ control/ vigilancia (conceptos)	· Toma de muestras	· Parámetros básicos para el control de la calidad del agua (conceptualización, identificación y determinación)	· Control del dato	· Plan de acción local (continuación) · Evaluación y clausura

- Los pasos se ilustran con un ejemplo del módulo "Control de la Calidad del Agua", perteneciente también al Programa.



RECOMENDACIONES PEDAGÓGICAS

La lectura del documento "Marco teórico para el diseño pedagógico y recomendaciones generales", producido por Cinara en desarrollo de este contrato, permite concluir sobre el perfil deseable que el facilitador debe tener para implementar el programa. No se ha profundizado en su conocimiento, habilidades y destrezas sino en su actitud frente al trabajo, respecto a las primeras dimensiones basta decir que ojalá el facilitador no solo sepa "decir" sobre los temas que se aborden, sobre todo debe saber "hacer" lo que enseña.

Señor facilitador:

- *Parta siempre del saber de las personas, considere que la experiencia de ellos es el insumo fundamental del proceso educativo,*
- *Privilegie el desarrollo de actitudes positivas sin perder de vista logros en la apropiación de conceptos y el desarrollo de las habilidades y destrezas que se consideren necesarias,*
- *Promueva la autonomía de las personas usando el ambiente de aprendizaje como oportunidad para que el participante tome decisiones responsables, considerando sus intereses y los de la comunidad en general,*
- *Céntrese en las personas y en promover su participación activa, privilegie espacios democráticos de relaciones horizontales como el taller, el conversatorio, etc.,*
- *Aborde la actividad educativa como una oportunidad que usted tiene para aprender. Juegue su rol de facilitador o guía, sin abandonar la responsabilidad de transferir su conocimiento específico,*
- *Parta de problemas concretos de las personas involucradas en el proceso y busque con ellas alternativas de solución que puedan poner en práctica inmediatamente,*
- *Afirme la identidad cultural, haciendo conciencia a los participantes de su pertenencia a la comunidad y el compromiso de trabajo que esto genera.*



RECOMENDACIONES LOGÍSTICAS

En muchas ocasiones el cumplimiento de los objetivos previstos se pone en riesgo debido a aspectos logísticos. Considerando experiencias anteriores nos permitimos realizar las siguientes sugerencias:

- *Asegúrese que se envía a tiempo y con los requerimientos necesarios, una comunicación para la convocatoria que incluya perfil de los participantes y confirmación sobre los aspectos logísticos del taller (equipos, materiales requeridos, características del salón según estrategias pedagógicas, número y características de sillas, mesas de trabajo-etc.). Previo al evento haga un directorio de los contactos en la región y verifique con ellos el cumplimiento de las actividades.*
- *Lleve programas del curso en cantidad suficiente.*
- *Asegúrese de desplazarse con el material didáctico de apoyo: videos, acetatos, documentos, lecturas cortas (considere fotocopias para trabajar en pequeños grupos).*
- *Prepare y entregue un presente a los participantes que refuerce su identidad cultural y los introduzca lúdicamente en el tema: poemas o lecturas cortas sobre mitología del agua en la región.*
- *No olvide los formatos de evaluación que han sido aprobados para el programa. Estos son claves para la sistematización de la experiencia.*
- *Haga diligenciar una tabla que permita identificar claramente los participantes y la forma de contactarlos (Nombre/ institución/ oficio/ dirección/teléfono/fax/correo electrónico).*
- *Diseñe por aparte una tabla en la cual se consignen los nombres de personas que conformarían comités especiales a partir del evento.*
- *Haga diligenciar diariamente formatos de asistencia.*
- *Concerte el texto de los certificados de asistencia al taller con las instituciones involucradas.*
- *Entregue una nota de agradecimiento a las instituciones que organizan el evento en las regiones, antes de regresar a su base de trabajo.*
- *Haga su informe del curso inmediatamente después del ofrecimiento.*



**MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS EN
MUNICIPIOS**
Curso básico



CAPÍTULO 1
**EL PROBLEMA DE LOS RESIDUOS
SOLIDOS**

TABLA DE CONTENIDO

EL PROBLEMA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	20
PRINCIPALES FACTORES ASOCIADOS AL PROBLEMA DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	20
El aumento de la cantidad de residuos está relacionado directamente con el aumento de la población.....	21
A medida que los países incrementan su desarrollo aumenta su producción de residuos sólidos por habitante.....	21
La producción de basuras por habitante está relacionada con el tamaño de las ciudades.....	22
La mayor o menor biodegradabilidad de los residuos sólidos tiene relación con el desarrollo de las poblaciones.....	22
CLASIFICACION.....	23
De acuerdo con la naturaleza de la fuente productora pueden ser:	23
De acuerdo con su composición, algunas basuras especiales pueden ser clasificadas como:	28

PRESENTACIÓN

En este capítulo se introduce una reflexión sobre la problemática actual de los desechos sólidos, ilustrando en términos muy generales la situación colombiana al respecto. Se induce a la precisión de los conceptos que implican los términos usados cotidianamente para referirse al tema - basuras, residuos, desechos -. Al finalizar se muestra la clasificación de las basuras bajo dos criterios: naturaleza de la fuente productora y composición.

OBJETIVOS

Al finalizar este capítulo el participante estará en capacidad de:

- Identificar y caracterizar las causas principales del incremento en la producción de basuras.
- Fijar una posición crítica al respecto del problema de los residuos sólidos.
- Caracterizar el tipo de desechos sólidos producidos en su localidad.



EL PROBLEMA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

La palabra "residuo" en si no es suficientemente clara. Si se consulta el diccionario, se observa su definición como "la parte que queda de un todo; lo que queda de la descomposición o destrucción de una cosa"; pero lo que es residuo para una persona o una industria, puede ser material útil para otros; así por ejemplo, el papel es materia prima para la industria de los periódicos; éstos se producen diariamente; el hombre que lee sus páginas lo desecha finalmente como residuo, que luego se convierte en materia útil para su re procesamiento en la producción de cartones y papeles.

El suelo, el agua y el aire son los grandes receptores de los residuos causados no solamente por la actividad del hombre, sino también por los animales y la naturaleza. Tradicionalmente se ha resuelto el problema aplicando el antiguo aforismo griego: "aleja las basuras de tu vista o enfermarás". Es así como inicialmente el hombre arrojó sus residuos sólidos en cualquier lugar lejano, creando lo que se conoce botaderos abiertos de basuras.

Durante muchos años, la naturaleza se encargó de disponer los residuos que el hombre producía entregando al suelo proteína animal y vegetal que reciclaba con el proceso biológico para ser nuevamente utilizado por el mismo hombre. Pero la urbanización y el crecimiento desmesurado sorprendieron a la naturaleza, que no pudo mantener su papel con la misma eficacia. **El** hombre es la causa principal del actual problema de acumulación de residuos y a él mismo corresponde solucionarlo.

La magnitud del problema generado por las basuras es grande y tiende a aumentar. Es necesario dar soluciones a las 20.000 toneladas diarias de basura que se generan en Colombia, de las cuales 5.000 se producen en Santafé de Bogotá, 1.600 en Medellín, 1.500 en Cali y 1.100 en Barranquilla.

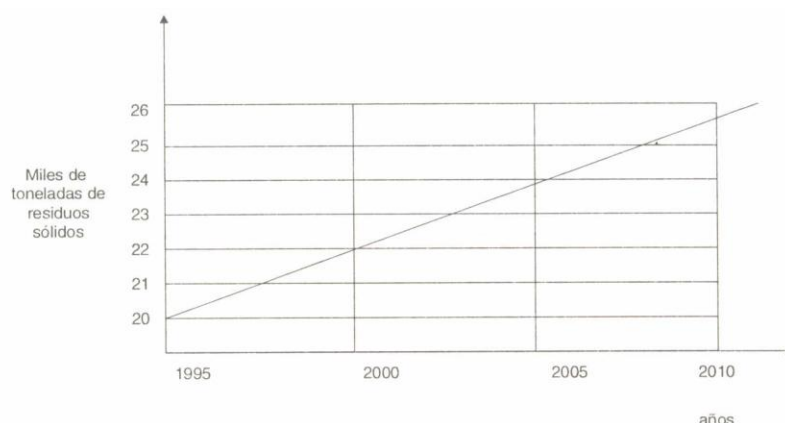
PRINCIPALES FACTORES ASOCIADOS AL PROBLEMA DE RESIDUOS SÓLIDOS

En general la problemática originada por la producción de residuos sólidos puede relacionarse con cuatro factores que son a su vez causa de la gravedad del problema

El aumento de la cantidad de residuos está relacionado directamente con el aumento de la población

De una u otra forma, con pequeños o medianos errores, se conoce la población futura, es decir, la cantidad de seres humanos productores de basura en el año 2.000 y siguientes; aún más, se conoce el índice de crecimiento humano anual y es lógico aplicarlo al crecimiento de los residuos.

Con base en la anterior información, considerando una producción promedia por habitante (pph) de 0.62 kilogramos de basura por persona y por día, asumiendo que ésta se mantiene constante, (lo cual como se verá más adelante, no es verdadero) y con base en las tendencias de crecimiento de la población colombiana, se construye la Fig. 1 que muestra la magnitud futura del problema de la basura.



*Figura 1 Tendencia del crecimiento de los residuos sólidos en Colombia
(con pph constante de 0.62 kg./persona-día)*

Observando la figura se aprecia que en el año 2010 los residuos sólidos de Colombia podrán llegar a una cifra de 25.600 toneladas diarias, que con un peso específico de $0.3t/m^3$ (basuras tal como sale de la vivienda; según información encontradas en varias ciudades) equivalen a un volumen de $78.600 m^3/día$.

A medida que los países incrementan su desarrollo aumenta su producción de residuos sólidos por habitante

En los Estados Unidos de Norte América en 1.920 se producía en promedio 1 kg./persona-día; en 1965 se llegó a 2 kg./persona * día; en 1973 algunas ciudades sobrepasaron los 3.5 kg./persona-día y en 1986 hay informes de producción mayores que 7.0 kg./persona-día. En Colombia la Dirección de Saneamiento del Ministerio de Salud efectuó un estudio y encontró que la producción de basura por habitante era de 0.52 kilogramos/habitante-día, en 1989 el Programa de Investigación sobre Residuos Sólidos (PIRS) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, efectuó otro muestreo y encontró que esta cifra era de 0.8 kilogramos/habitante-día; Esto ratifica que en general la producción por habitante tiende a aumentar con el tiempo.

En todo el mundo se observa una tendencia de aumentar la producción de basura por habitante (pph) a medida que aumenta el ingreso per capita (IPC). Pero esta tendencia general ha de manejarse con cuidado, sin extrapolarla a las regiones de un país o de una ciudad.



En los tiempos modernos se producen más residuos que antes y la tendencia general es a seguir aumentando a medida que aumenta el poder adquisitivo de una sociedad; esto hace que el problema de la cantidad de los residuos sólidos sea mucho mayor que el considerado en el punto anterior, es decir, que la velocidad de crecimiento de la producción de residuos es mayor que la velocidad de crecimiento poblacional.

La producción de basuras por habitante está relacionada con el tamaño de las ciudades

Este es un fenómeno poco estudiado, pero las observaciones mostradas en el cuadro 1.2 así lo indican. Parece lógico porque las ciudades grandes están más industrializadas, lo que las hace producir para su consumo y para exportación, pero ellas se quedan con la basura.

Cuadro 1 Relación entre tamaño de la ciudad y la pph, Colombia, 1985

CIUDAD	POBLACIÓN Habitantes	PPH Kg./habitantes-día
Bogotá	3.974.813	1.00
Medellín	1.418.554	0.77
Cali	1.323.944	0.61
Barranquilla	896.649	0.50
Neiva	178.130	0.45
Calarcá	37.679	0.40
Jamundí	21.098	0.21

La mayor o menor biodegradabilidad de los residuos sólidos tiene relación con el desarrollo de las poblaciones

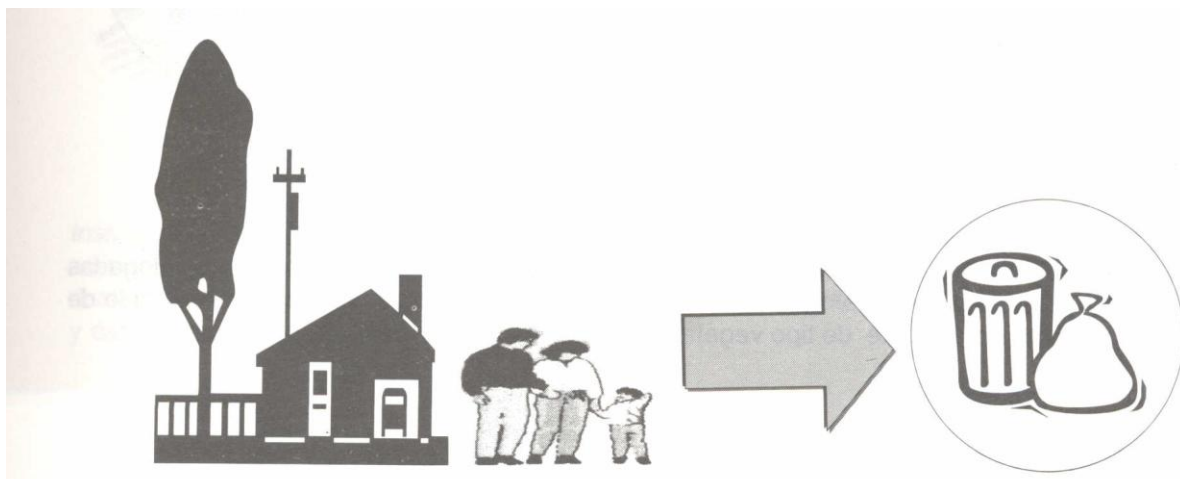
En los desechos de los países industrializados se observa un incremento en papeles, plásticos, metales y telas y una disminución en cenizas, material inerte y desechos de cocina. Se ha encontrado una diferenciación de contenido de materia orgánica de los residuos sólidos de población con diferentes capacidades económicas; entre menor recursos se posea, mayor es la proporción de materia orgánica de los desechos. Es necesario investigar más sobre el tema porque no se conoce lo suficiente sobre su producción y composición.

CLASIFICACIÓN

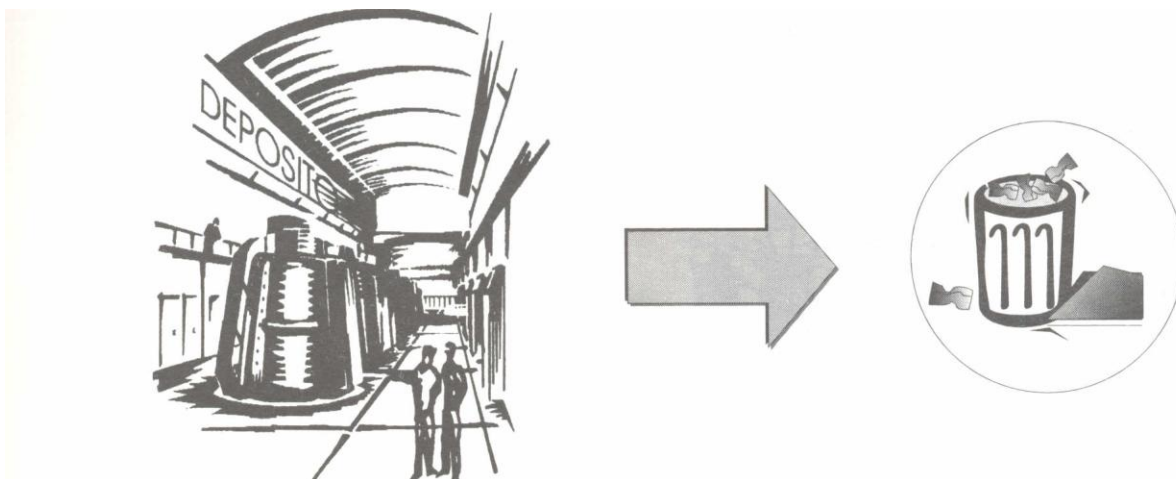
Las basuras se clasifican con base en varios criterios, dentro de los cuales puede citarse los siguientes:

De- **acuerdo con la naturaleza de la fuente productora las basuras pueden ser:**

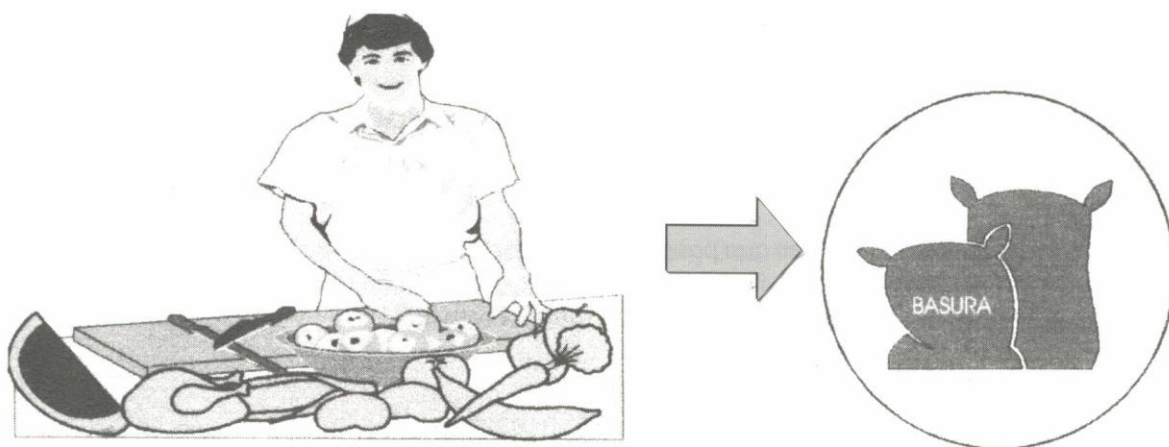
Residenciales o domésticas: son las que por su cantidad, calidad, naturaleza, composición y volumen son generadas en las actividades de la vivienda del hombre o en cualquier establecimiento asimilable a éstos. Normalmente tienen alto contenido de la materia orgánica.



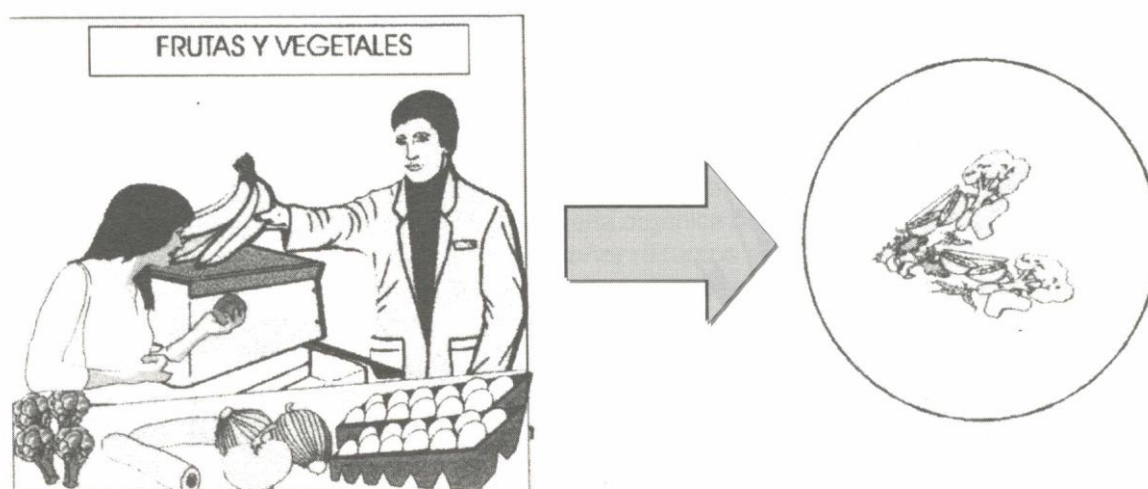
Comerciales: son las generadas en establecimientos comerciales y mercantiles tales como almacenes y depósitos. Generalmente presentan altos contenidos de papel y cartón.



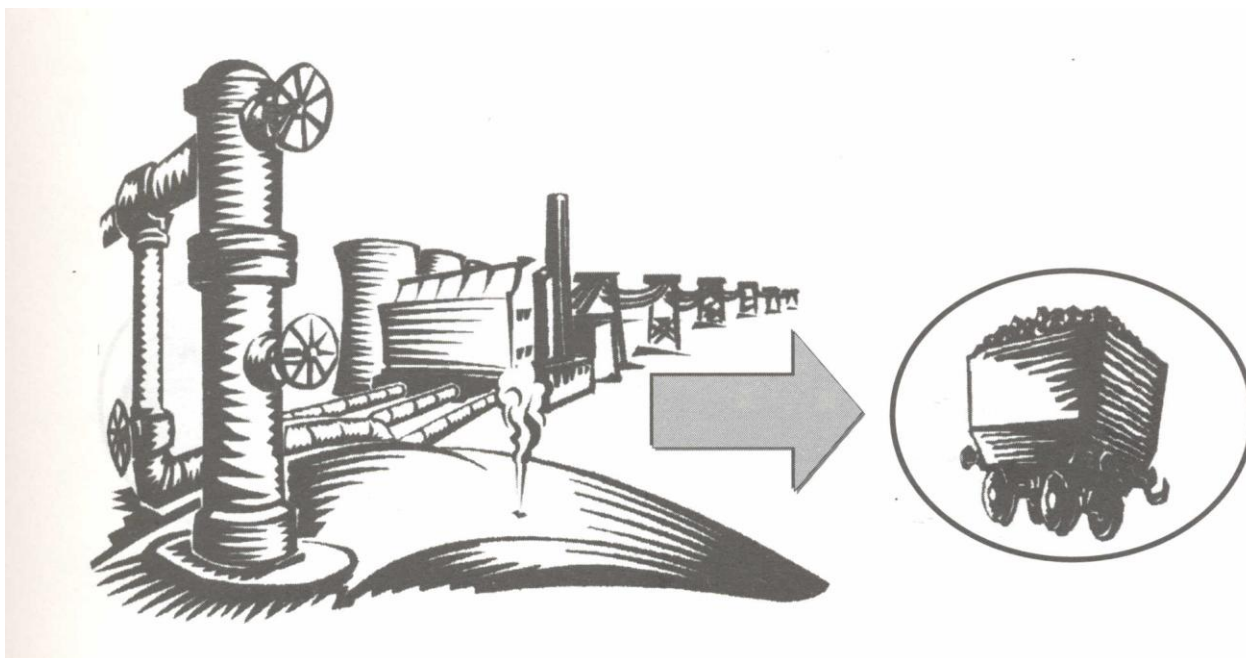
Comerciales de alimentos: aunque las normas las consideran dentro del grupo genérico de "comerciales", es necesario separarlas, porque, por las características específicas de su origen, presentan altos contenidos de materia orgánica, presente en los procesos que se desarrollan en cafeterías, restaurantes y hoteles.



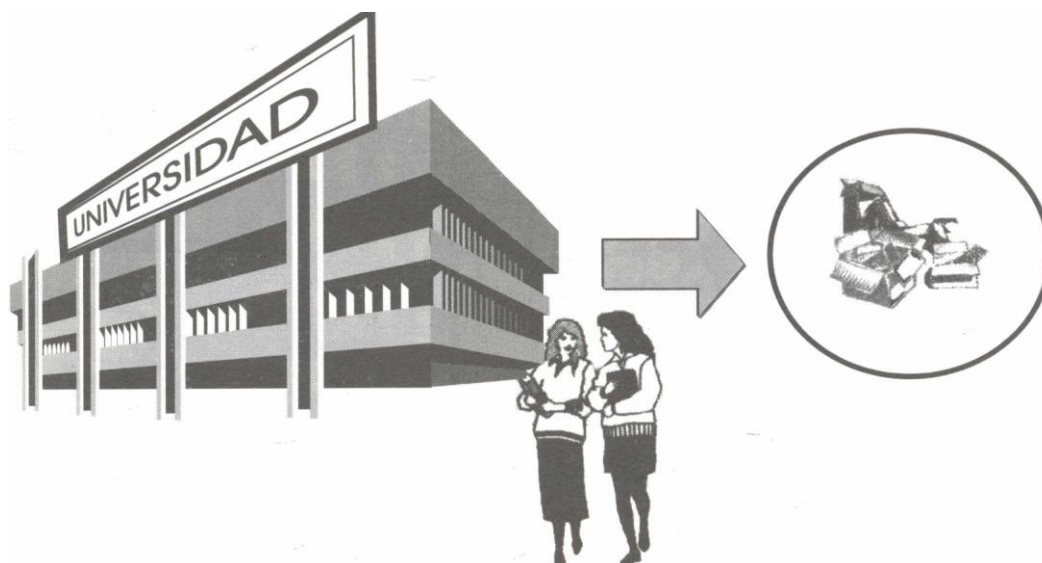
Plazas de mercado: al igual que las anteriores, las basuras de esta categoría están catalogadas como comerciales; pero su alto volumen, concentrado en pocos lugares y su alto contenido de materia orgánica, normalmente de tipo vegetal, justifican su clasificación independiente



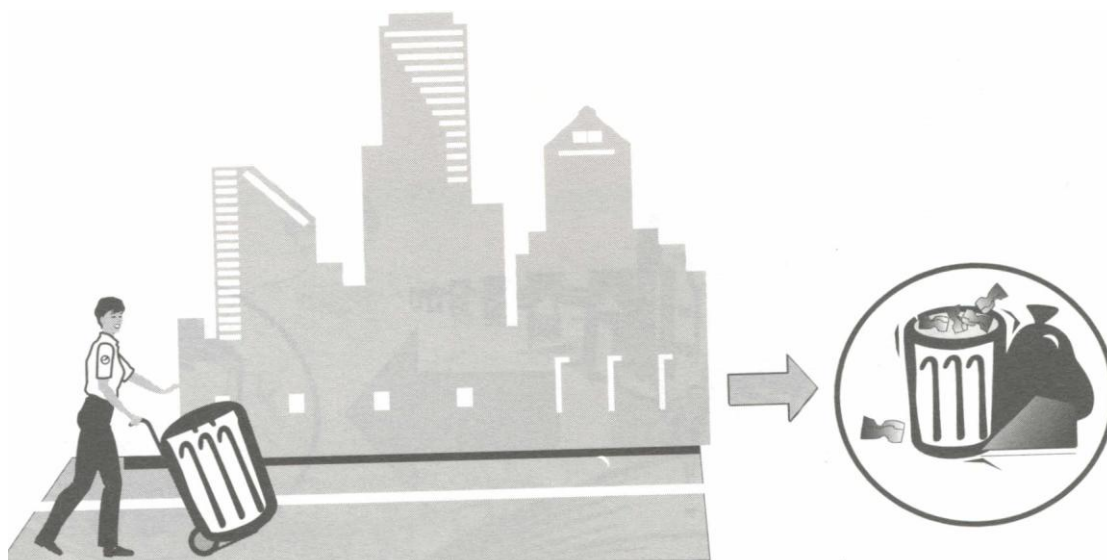
Industriales: son las generadas en actividades propias de este sector, como resultado de los procesos de producción; su composición varía de acuerdo con el tipo de industria que la produce



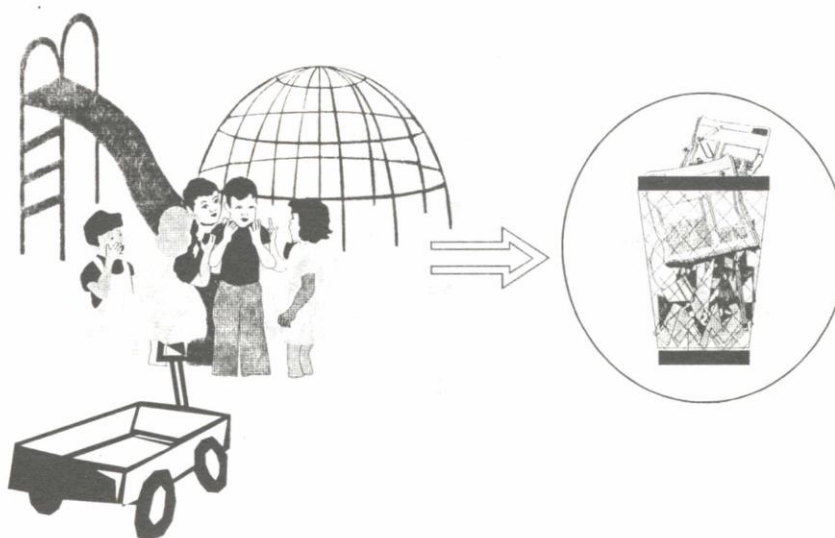
Institucionales: son los residuos generados en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, terminales aéreos, terrestres, fluviales ó marítimos y edificaciones destinadas a oficinas, entre otros; normalmente tienen altos contenidos de materia orgánica, papel y cartón.



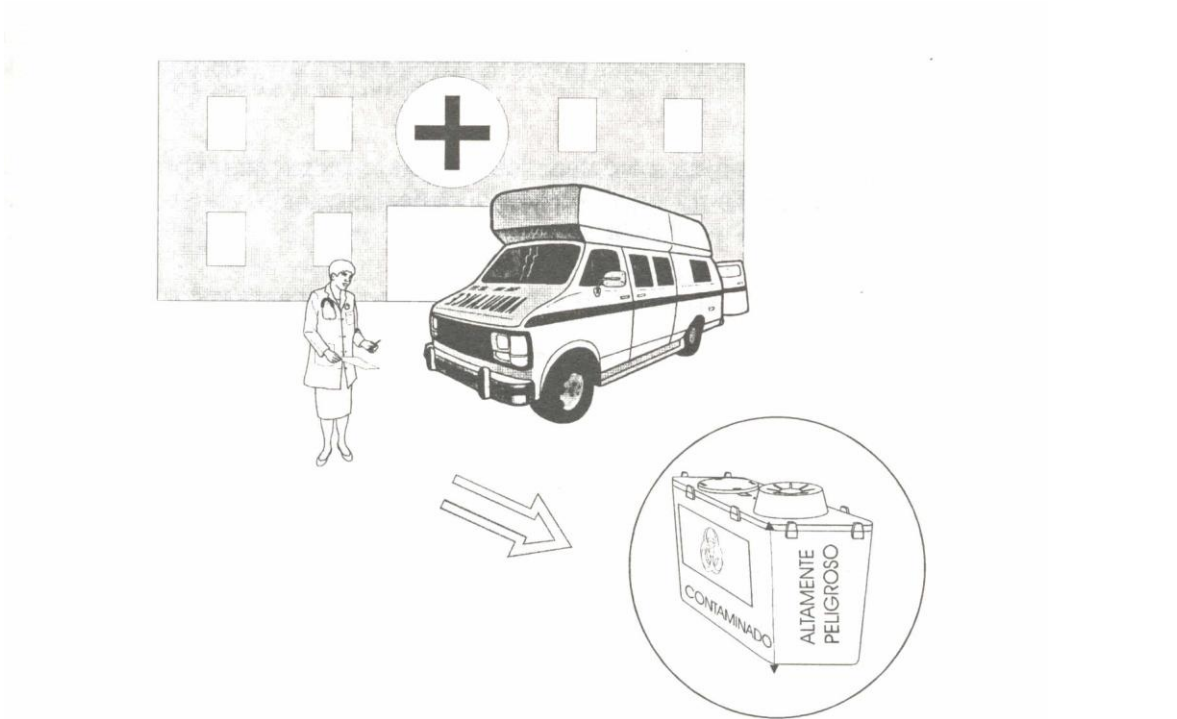
Barrido de calles: son el producto del aseo de las calles y avenidas. Presentan alto contenido de material inerte y papel.



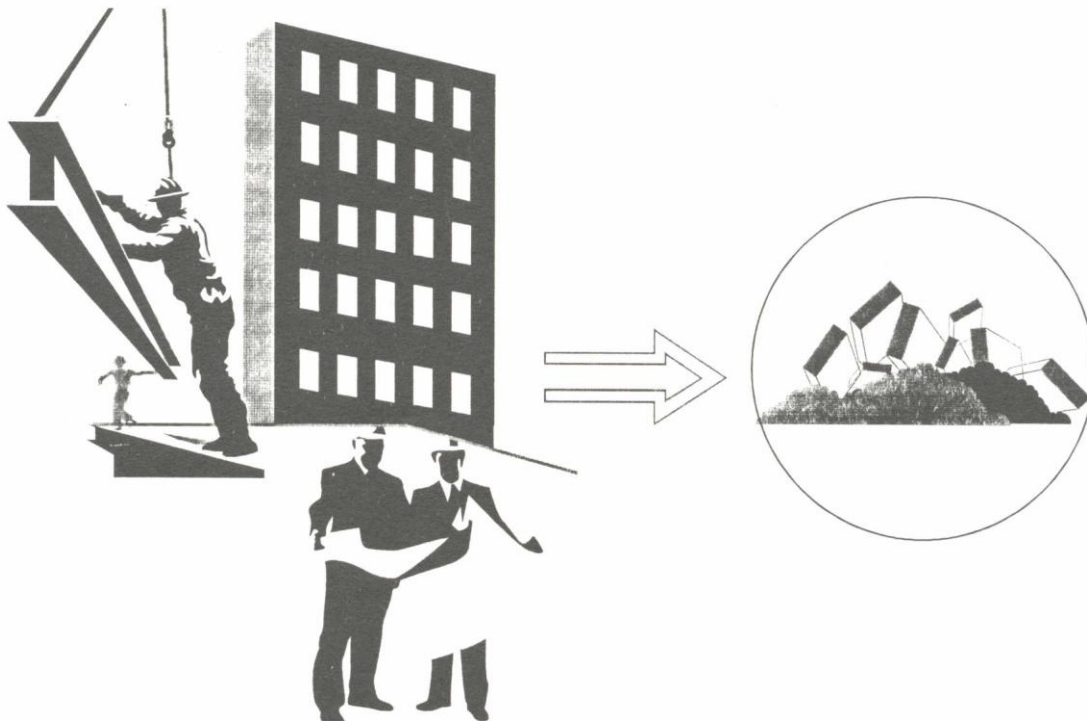
Lugares públicos: son las recogidas en parques o zonas de recreación; generalmente presentan altos contenidos de papel y cartón.



Hospitalarios: son los producidos en establecimientos en donde se prestan servicios de curación o rehabilitación de la salud. Generalmente contienen elementos patógenos.



Escombros son las provenientes de la actividad de la construcción.



De acuerdo con su composición, algunas basuras especiales pueden ser clasificadas como:

- *Patógenas:* son las que por sus características y composición pueden ser reservorio o vehículo de infección; generalmente son producidas en los hospitales, clínicas y laboratorios, incluidos los de las universidades.
- *Tóxicas:* son aquellas, que por sus características físicas o químicas, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición, pueden causar daño, lesiones e incluso la muerte a los seres vivos; o provocar contaminación ambiental.
- *Combustibles:* son aquellas que arden en presencia de oxígeno por acción de una chispa o de cualquier otra fuente de ignición.
- *Inflamables:* son las que se pueden arder espontáneamente en condiciones normales.
- *Explosivas:* son las que generan grandes presiones en su descomposición instantánea.
- *Radiactivas:* son las que emiten radiaciones nucleares (electromagnéticas o corpusculares) en niveles superiores a las radiaciones naturales de fondo.
- *Volatilizables:* son las que por su presión de vapor, a temperatura ambiente, se evaporan o volatizan.

La cantidad producida en cada una de estas clasificaciones variarán de acuerdo con el tipo de población, pero por lo general, en las pequeñas comunidades colombianas y en ciudades medianas hasta 60.000 habitantes, el mayor grueso de las basuras son de tipo doméstico, comercial y de plazas de mercado. En la medida en que las localidades crecen aumentan las basuras producidas por los lugares públicos, las instituciones y el barrido de las vías. Cuando se acercan al límite establecido para estas guías, toman importancia las basuras industriales y hospitalarias, además de las antes mencionadas.

PRACTICA DE CAMPO

Hagan un recorrido rápido por la localidad donde se lleva a cabo el evento. Ubicados en el sitio de disposición de las basuras, intenten deducir las actividades principales que se llevan a cabo en la - comunidad y los hábitos de consumo de sus habitantes.

RESUMEN DE IDEAS

- Lo que es residuo para una persona o una industria, puede ser un material útil para otros.
- El hombre es la causa principal del actual problema de acumulación de residuos y a él mismo corresponde solucionarlo. Puede estimarse que la producción promedio de basura por persona es de 0.62 Kilogramos cada día.
- En Colombia se producen 20.000 toneladas diarias de basura, de las cuales 5.000 se generan en Bogotá.
- El constante aumento de basura producida tiene que ver con: incremento de la población; mayor consumo derivado del aumento del poder adquisitivo de las personas; industrialización de las ciudades que termina incentivando el consumo. La calidad de las basuras, en cuanto su biodegradabilidad, se relaciona con el grado de industrialización de los países y la capacidad económica de los habitantes.
- Las basuras pueden clasificarse según la naturaleza de la fuente productora y de acuerdo con su composición. En las pequeñas comunidades y ciudades medianas de Colombia, la mayor parte de las basuras son de tipo doméstico, comercial y de plazas de mercado.



EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN

Por favor reflexione sobre los siguientes puntos:

- ¿Cuánta basura produce Usted diariamente? Por favor clasifíquela.
- ¿Cuánta basura estima se produce en su población? ¿Qué tipo de basura se genera?
- ¿Qué relación encuentra entre la forma de vida actual y la cantidad y tipo de basura producida?
- Si la mayor cantidad de basura se produce en las grandes ciudades ¿por qué debe importar el problema a quienes vivimos en las pequeñas comunidades?
- Haga por favor su propia definición de basura y plantee ideas para la solución del problema mundial o, siendo el hombre el causante del problema, ¿es mejor que se elimine de la faz de la tierra?

MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS EN MUNICIPIOS

Curso básico



CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

TABLA DE CONTENIDO

CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.....	34
COMUNIDAD	34
AMBIENTE	37
RESIDUOS SOLIDOS	39



PRESENTACIÓN

El manejo eficiente y sostenible de las basuras de una comunidad cualquiera sea su tamaño, tiene 3 grandes componentes:

- La comunidad, que es el conjunto de personas que se reúnen geográficamente alrededor de intereses comunes, y que comparte una cultura.
- El ambiente, que establece condiciones naturales sobre las cuales la comunidad se interrelaciona
- La tecnología que ofrece los métodos y herramientas para mejorar los problemas en forma de
preservar al máximo los recursos naturales y de ser compatible con las condiciones sociales, económicas y culturales de la comunidad.

Estos tres grandes componentes se entrelazan entre si y por tanto se hace necesario conocer los factores que caracterizan estas relaciones. En este capítulo se tratará de establecer la naturaleza de las interrelaciones entre comunidad y ambiente, mediante la definición de algunas variables y sus formas de medición, al igual que sobre las maneras de conocer las características principales de los residuos ..

OBJETIVOS

Al finalizar este capítulo el participante estará en capacidad de:

Identificar y caracterizar la relación existente entre la producción y manejo de los desechos sólidos, la comunidad y el ambiente.

Identificar los factores principales que deben examinarse respecto a la comunidad, el ambiente y la tecnología.

Reconocer los aspectos que deben analizarse al tratar el problema de los residuos sólidos, y aplicar algunos métodos para determinarlos.



CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

COMUNIDAD



En cuanto a la comunidad es conveniente conocer:

El tamaño actual

Es claro que el volumen total de residuos domésticos producidos es proporcional al tamaño de la población. Esta se puede medir en términos de número de habitantes o número de viviendas. Para hacerlo, se pueden utilizar diferentes fuentes de información: la principal de ellas, son los censos de vivienda y población elaborados por el Departamento Nacional de Estadística (DANE)

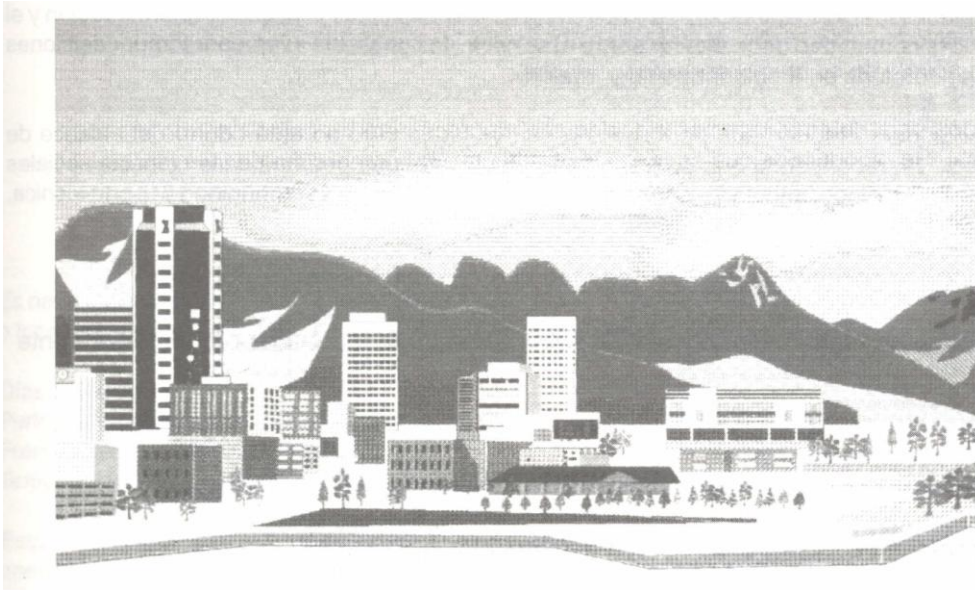
También es útil consultar la información de los Hospitales y Centros de Salud o de las Oficinas de Planeación Municipal y Departamental. Es importante recordar que la población se refiere a aquella área geográfica que tendrá cobertura con el servicio y por tanto debe incluir posibles zonas suburbanas o rurales que queden cubiertas.



Su distribución geográfica

Generalmente se puede establecer sobre un plano catastral de la población, que puede ser adquirido a través del Instituto Geográfico Agustín Codazzi o de las Oficinas de Catastro Departamental.

En caso de no ser posible, se puede utilizar un esquema de la población, hecho manualmente sobre un reconocimiento visual, en donde se identifiquen el número de manzanas; las vías públicas y sus comunicaciones; los accidentes geográficos (quebradas, zanjones, puentes) las edificaciones públicas (correos, gobierno, educación, mercados, salud y similares) y sitios de especial interés desde el punto de vista de producción de residuos sólidos. Este plano será fundamental para localizar donde y cuando se producen las basuras y sobre esta base establecer los recorridos de recolección. Una ilustración a manera de ejemplo se muestra a continuación.



Tasa de crecimiento

Se refiere generalmente al porcentaje anual en que crece la población actual y con el cual puede estimarse cuál será la población en futuros años, y por tanto la cantidad de basura producida. Esta información está contemplada en los censos de población del DANE o en las Oficinas Municipales y Departamentales de Planeación.

La tasa de crecimiento debe ser la correspondiente al área en la cual se presta el servicio (urbano o rural). En poblaciones que se acercan a los 60.000 habitantes es posible, mediante información del DANE, indagar por tasas de crecimiento de las diferentes zonas geográficas en que se ha dividido la comunidad para el servicio. La tasa de crecimiento da una buena idea de cual debe ser la previsión del servicio ante crecimientos de población.

Sin embargo, ha de tomarse muy en cuenta una característica fundamental del manejo de residuos sólidos y es su gran flexibilidad. Así, mientras servicios como agua y energía se basan sobre instalaciones de redes de distribución permanentes con costos relativamente altos, el servicio de manejo de residuos sólidos es una red muy elástica, basada sobre equipos con vida útil entre 2 y 8 años, con una gran flexibilidad para absorber grandes variaciones de demanda, ampliando o



disminuyendo el número de recursos con que se atiende el sistema incluyendo el tiempo efectivo del servicio. Por esta razón esta variable no es crítica para el diseño del sistema con excepción de cuando se requiere estimar el tamaño de la disposición final.

Características sociales con respecto al servicio

La participación activa de la comunidad es fundamental para la sostenibilidad del servicio, esto es, para la permanencia del mismo durante todo el tiempo, con criterios favorables al ambiente y. prestando los beneficios esperados, con el menor consumo de recursos.

Esta participación ha de darse en términos de decisiones que debe analizar, discutir y tomar la comunidad, en todas las fases del proyecto, desde su planeación, su diseño y establecimiento, hasta su administración, operación y mantenimiento. Estos últimos incluyen la reglamentación y el control que la comunidad debe ejercer sobre el servicio, los cuales le sirven para tomar decisiones oportunas acerca de su funcionamiento y mejoría.

Los métodos para obtener esta participación son variados pero no están dentro del alcance de estas guías. Se recomienda que se tenga la asistencia de una persona de las ciencias sociales (sociólogo, antropólogo, trabajador social) para que, en conjunto con la comunidad y la parte técnica, establezcan inicialmente criterios sobre:

Hábitos usos y costumbres de la comunidad acerca de los residuos sólidos.

Posibilidades de mejoramiento de los factores anteriores, orientados fundamentalmente hacia:

- Menor producción de residuos
- Mejores formas de manejo
- Métodos individuales y colectivos en disposición final, ambientalmente amigables.

Expectativas de la comunidad acerca del servicio.

Formas y tecnologías posibles a utilizar, que incluyen entre otros:

- Formas de almacenamiento domiciliario.
- Métodos de presentación de los residuos.
- Puntos en donde se entregará la basura domiciliaria al servicio de recolección.
- Métodos y tecnologías utilizables para la disposición final.
- Posibles localizaciones de sitios para disposición final
- Rutas de recolección y transporte.

Aspectos administrativos y financieros del servicio

En general se requiere que la comunidad, especialmente la de menores tamaños, decida sobre

- Formas participativas de administración, operación y mantenimiento.
- Programas de vigilancia y control del servicio, por parte de la comunidad.
- Forma de utilización de la información recuperada por los programas de vigilancia y control.
- Capacidad de pago de los usuarios.
- Disponibilidad a pagar por diferentes categorías y niveles de servicio.
- **Formas de distribución de costos actuales y futuros del servicio.**

AMBIENTE

Es necesario conocer algunas variables inmediatas que estén estrechamente relacionadas con la forma como la comunidad interactúa con el ambiente o con características propias de éste, y que tienen importancia desde el punto de vista de la recolección y el transporte de los residuos.

En los detalles correspondientes a los métodos de disposición final, se establecerán otras variables del ambiente que es necesario conocer.

Clima



Es necesario contar, ya sea por experiencia propia, con la comunidad o con los servicios regionales o locales de meteorología la información relacionada con:

Días de lluvia

Periodos lluviosos y secos en el año Frecuencia y duración de lluvias

Temperatura del ambiente, en general, en la localidad.

Esta información será útil para determinar la frecuencia de la recolección y para planificar las operaciones de recolección, transporte y distribución final, sobre todo cuando para esta última se utiliza relleno sanitario.

Topografía



Aún cuando no con precisión, se requiere conocer la topografía general de la parte a la cual se



presta el servicio: cuáles son sus partes altas y bajas y sus principales accidentes geográficos. Esta información puede obtenerse mediante reconocimiento visual y con información de la comunidad, complementada con planos que generalmente suministra el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, o algunas oficinas de administración municipal o departamental, en especial de Planeación.

La topografía definirá los sistemas de recolección (manual o mecánica), las posibles rutas de recolección y dará pautas para el establecimiento de las rutinas de las rutas.

Vías



Nuevamente con las mismas fuentes de información, se requiere ya con cierto detalle, para cada una de las vías de la localidad y con el fin de planificar la recolección y definir las especificaciones de los vehículos y equipos recolectores:

Tipo de superficie de rodamiento y condiciones especiales. - Pendientes.

- Trazado.
- Capacidad de tráfico.
- Flujos de tráfico, sobre todo relacionado con picos de tráfico.
- Sentido de tráfico, si está establecido.
- Características especiales, si existen.

RESIDUOS SÓLIDOS

Referente a los residuos sólidos será necesario conocer su cantidad, sus variaciones en el tiempo, su composición física, química y otras características que son objeto de atención en este capítulo. La reunión de toda esta información permitirá, junto con la tecnología y demás recursos disponibles, elaborar las alternativas de manejo de la basura, para luego evaluar todas aquellas en función de indicadores de tipo económico, de bienestar y de protección de la salud de la comunidad y de los recursos naturales renovables y no renovables; seleccionando la mejor de éstas, ejecutándola y midiendo sus resultados se alimentará nuevamente el planteamiento del problema, en un proceso que necesariamente debe mantenerse en movimiento, para lograr un servicio sostenible en el tiempo.

Producción de residuos

El primer problema técnico que se presenta en cuanto a los residuos sólidos, es conocer cuánta basura y de qué tipo se produce en la ciudad población en estudio. El conocimiento de esta información junto con lo ya antes enunciado, permite establecer, entre otros, cuáles deben ser los equipos de recolección, el personal, el ruteo, la frecuencia de recolección, el establecimiento de tarifas y la disposición final, el barrido de calles, aprovechamiento de los residuos, el tipo de entidad prestadora del servicio.

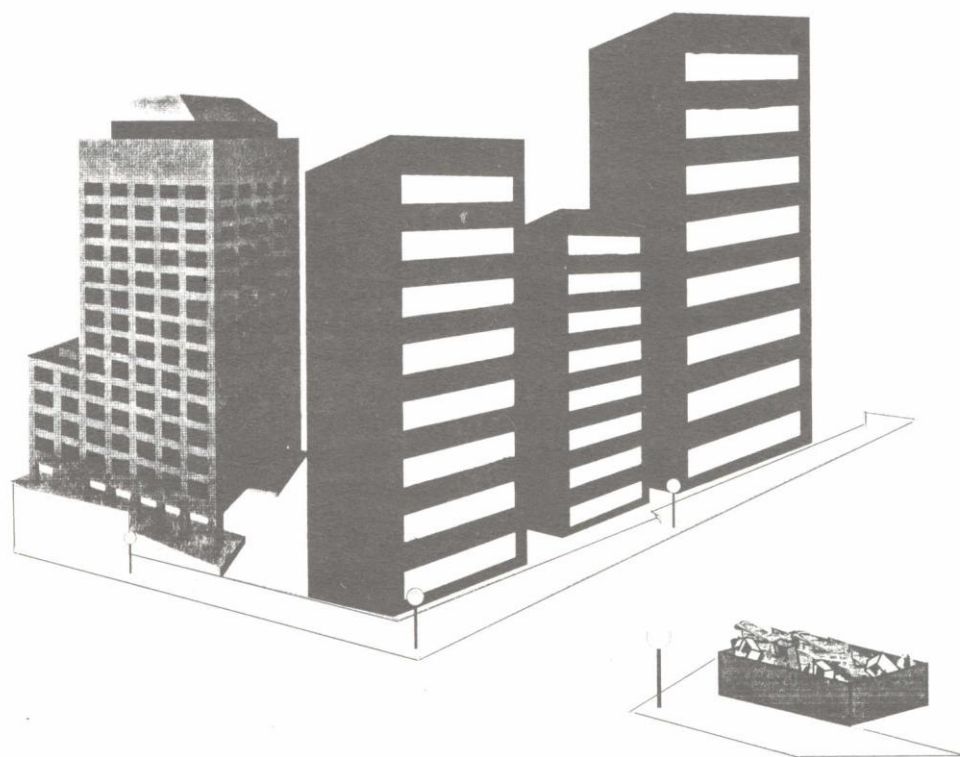
Así como el primer problema que se presenta es la producción, la solución también debe ser prioritaria en este sentido. Es necesario conocer en detalle las características de la producción para estudiar la posibilidad de manejarla, básicamente disminuyendo su cantidad y controlando su *caída*. Evidentemente, si la cantidad de basura producida se minimiza, todo el proceso se simplifica, de tal manera, que "un kilogramo menos producido, es un kilogramo menos almacenado, presentado, recogido, transportado y dispuesto". Sin lugar a equivocaciones el problema más grande en un sistema de manejo de residuos sólidos está determinado por la cantidad de basura producida. Por tanto, todo esfuerzo que se haga para disminuir la cantidad de basura producida es de beneficio para la comunidad y para el servicio. Esto implica cambios de comportamiento social, que debe ser discutidos, analizados y aceptados por la comunidad.

El conocimiento de las características de la basura apoya también la posibilidad de reciclar los materiales. Sin embargo, en las pequeñas comunidades el reciclaje de papel, cartón, vidrio, huesos, metales y otros residuos ha de estar sustentado sobre la posibilidad real de comercializar estos productos. El conocimiento de la cantidad de basura de tipo industrial, comercial y de limpieza de calles, por ser un problema muy localizado, es relativamente fácil de obtener. Lógicamente es necesario disponer de un censo que indique el número y tipo de establecimientos existentes para posteriormente determinar la cantidad de basura producida por cada uno de ellos. Sin embargo, es menester obtener siempre el permiso de los industriales ó de los comerciantes para medir sus basuras; con mucha frecuencia esto no se logra porque ellos temen que sus desechos peligrosos y no declarados, sean descubiertos por las autoridades sanitarias, o también porque creen que sus secretos técnicos pueden ser descubiertos.

Sin embargo, en muchos casos, los industriales y los comerciantes no conocen la naturaleza de la basura que producen; y, con frecuencia, descubren que entre sus desechos hay materia prima, intermedia y final que por fallas en sus procesos, salen en las basuras; ellos deben entender y comprender que uno de los mejores métodos para mejorar la calidad de sus productos ó negocios es controlar los residuos, tanto en su calidad, como en su cantidad.



La basura de tipo residencial, exige otro tratamiento, debido al alto volumen que representa. Ante todo, es preciso definir que aún cuando interesa el dato global de basura producida, más interesa, para efectos del manejo y administración de los residuos, las cantidades parciales que llegan a constituir ese total. La razón es sencilla: así como el manejo de residuos es diferente para cada una de las clasificaciones, la basura de tipo residencial varía en amplios rangos, de acuerdo con las características de la población y por tanto, requerirá variaciones en solución de su administración.



Por tanto, para conocer la producción de basura residencial, es aconsejable, inicialmente, dividir la ciudad en grandes grupos lo más homogéneos posible. Cuando las poblaciones son pequeñas, (como una guía hasta 15000 habitantes) ellas pueden tomarse como una unidad. Pero en la medida en que son mayores, van apareciendo diferenciaciones que es necesario identificar.

Generalmente el criterio para la agrupación está determinado por la capacidad económica de la población. Cada uno de estos grupos será manejado como una unidad independiente con respecto a la producción de basuras. Es también muy importante relacionar la cantidad de basura producida, con los productores. De aquí surge el concepto de producción por habitante o por vivienda o incluso producción por cuadra.

La producción por vivienda, tiene la ventaja de facilitar el conteo de las casas de habitación y de ser la verdadera unidad, porque siempre la basura se entrega por vivienda y no por persona.

¿Cuál es el mejor sistema? Depende de la población o de la ciudad. Si se facilita contar, por ejemplo, vivienda se debe hacer así y después con la proporción de viviendas por cuadra y de habitantes por vivienda calcular las otras relaciones. La experiencia muestra que es más aconsejable tomar como unidad de muestreo la vivienda.

Para la mayoría de las poblaciones en Colombia es posible afirmar que la relación usuario/vivienda es aproximadamente uno y que el número de habitantes por vivienda es relativamente constante, por sectores geográficos de la población. Esta afirmación puede comprobarse consultando los informes demográficos y de viviendas suministrados, en diferentes épocas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE).

Conociendo estos datos, es posible entonces calcular, a partir de la producción diaria por vivienda (ppv), dada en kilogramos/vivienda-día, la producción diaria por habitante (pph) en kilogramos, o cualquier otro parámetro de interés.

Algunas ciudades ó poblaciones, ya organizadas y con recursos suficientes, pueden conocer estos datos fácilmente, pesando la basura que se recolecta en un día determinado y contando el número de viviendas que la produjeron. Esta operación ha de repetirse para cada una de las zonas en que se ha dividido la población. Finalmente puede repetirse la medición, para cada zona, durante varios días y obtener luego un promedio de las mediciones. Es importante tomar en consideración el número de días que corresponden a la medición; por esta razón, se recomienda que esta se haga en periodos muy precisos en términos de días.

De todas maneras la cuestión se reduce a encontrar la relación:

R = ppv (producción por vivienda)

y = Cantidad total de basura en peso (kilogramo) producida por una población de viviendas x , en n días

x = Número de viviendas que en n días produjeron Y cantidad de basura.

n = Número de día en que X número de viviendas se produjeron Y cantidad total de basura en peso (kilogramos)

R puede entonces calcularse conociendo la cantidad total de basura Y producida en n días, y el número de viviendas X que la producen.



Toda empresa de aseo debe mantener actualizada la información sobre R. Debe tenerse en cuenta que la producción de basura es variable dentro de los días de la semana; dentro del mes y dentro de los meses. Es decir la producción de la basura no es estática y debe conocerse su movimiento en el tiempo para adecuar los recursos con los que se maneja el problema.

Si se desea conocer la producción promedia de basura por habitante y por día, bastará dividir la medición obtenida por vivienda, para la zona referida, por el número promedio de personas por vivienda, en la misma zona. Si este último dato no está disponible, puede hacerse un rápido muestreo en las viviendas de la zona.

En caso de no disponer de vehículo ó de báscula para el pesaje, es posible tener una buena aproximación de la cantidad de basura producida por vivienda, por día, mediante un muestreo realizado en cada una de las zonas en que se ha dividido la localidad, para el servicio. En este punto es absolutamente necesario el trabajo con la comunidad, ya que se tratará de una labor de cooperación.

Se debe disponer de una (o más) balanzas de mano con capacidad de pesar hasta 20-25 kilogramos (puede ser al estilo de las utilizadas por los pescadores) y suficientes bolsas de plástico resistente, apropiada para el almacenamiento de la basura en la vivienda.

En la zona seleccionada se hace una recolección de basura previa, tratando que en las viviendas no queden residuos almacenados y luego se entregan las bolsas para almacenamiento, con instrucciones de poner todos los residuos en ellas. Uno o dos días después se recogen nuevamente la basura y se seleccionan al azar algunas para hacer la medición.

Es necesario ser cuidadoso y tener seguridad sobre el número de días en que se ha producido la basura que se recoge. Este valor se llama n .

Aún cuando existan métodos estadísticos para calcular el número de viviendas a muestrear y que pueden ser consultadas (ver bibliografía), para poblaciones pequeñas y hasta de 60.000 habitantes puede recomendarse que se tomen 100 viviendas, al azar, en cada una de las zonas. Un número mínimo, si la situación es difícil, es 50 viviendas.

En cada una de las viviendas seleccionadas, se recoge la basura por dos obreros. Se pesa la basura y se pregunta cuantas personas durmieron en la vivienda el día anterior. La información de todas las mediciones se consigna en un cuadro como el siguiente:

Producción de basura

1 Vivienda No.	2 Basura producida (Kg.)	3 No. de personas	4 Observaciones
1			
2			
*			
*			
Final			
Total	Y	X	



La suma de la columna 2 sería Y y estará en kilogramos. La suma de la columna 3 será X y estará en número de personas.

Nuevamente la producción de basura en kilogramos, por vivienda y por día se calculará como:

$$R = Y/nX$$

Donde n será el número de días que corresponde a la basura recogida.

Las recomendaciones hechas anteriormente sobre la repetición de las mediciones y su continuo registro son igualmente válidas. Esto porque cuando se lleva a cabo un solo muestreo no se tiene en cuenta las variaciones propias de la producción de basura con el tiempo, incluso dentro de una misma semana. Para obviar este inconveniente se recomienda realizar varios muestreos, como se anotó anteriormente, todos del mismo tamaño y en días diferentes con las mismas unidades muestrales iniciales procurando así disminuir el efecto de la variación en el tiempo.

Esta última condición es la que hace atractiva la determinación de la producción por vivienda en lugar de la producción por habitante. Simplemente es más fácil contar viviendas o edificaciones que personas, sobre todo en poblaciones grandes.

La suma de las cantidades de basura producida por cada zona o estrato dará la cantidad total de basura residencial. Si a esta se le suma de que tipo comercial, la industria y la producida por el barrido y limpieza de vías y zonas verdes, dará la basura total producida por día.

Esta cantidad o cualesquiera de sus componentes, dividida por el total de la población dará la conocida producción por habitante (pph), parámetro que puede ser utilizado para efectos de comparación y para proyectar cantidades en años futuros.

La metodología descrita puede ser utilizada para encontrar la producción, utilizando como unidad maestra otras entidades, como la cuadra, la manzana u otra que a juicio del responsable sea útil. Es además claro que los métodos aquí numerados no son únicos y que a cada problema particular deberá darse una solución particular, haciendo las modificaciones que sean necesarias.

Producción futura

Para propósito de diseño, interesa conocer la producción de basura, en tiempos definidos. Esto se puede lograr mediante la utilización del pph y la proyección de población. Así, la producción futura será el producto de la población futura y de la producción por habitante. Existen muchos métodos para encontrar cuál es la población futura, y ellos están suficientemente referenciados en los textos de ingeniería sanitaria. En cada caso particular, ha de consultarse las fuentes demográficas, de las cuales la principal son los censos nacionales elaborados por el DANE. En las poblaciones mayores las oficinas de Planeación Municipal son otra fuente importante de información.

Al calcular la producción futura no debe olvidarse que no solamente cambia la población, sino que también la producción de basura por habitante (pph) tiende a crecer con el tiempo a medida que crece la población. En un futuro con las series históricas se podrá calcular el crecimiento de la pph o de la ppv. Mientras tanto, para tomar en consideración este crecimiento de la producción de basura se recomienda utilizar entre 0.5% a 1 % anual, de tal manera que las poblaciones pequeñas tengan un bajo crecimiento del pph y las grandes tiendan a 1 %. Para comprobar este factor, se



recomienda que la organización que administre el servicio, realice mediciones al menos anuales, tanto de la producción de basura por habitante (pph), como de la producción de basura por vivienda (ppv) y utilice esta información para estimar el comportamiento de esta variable.

Nuevamente se insiste en que para manejar más fácilmente el problema, las estimaciones de producción futura deberán hacerse por zonas de producción de basuras y que la suma de éstas dará la proyección global.

Composición

La composición de la basura, tanto física como química, se establece de acuerdo con las posibilidades alternativas factibles de manejo y disposición final. Esto es importante recordarlo para no caer en el error de realizar esfuerzos para lograr una información que no se utilizará posteriormente.

Existen muchas maneras de clasificar la basura, lógicamente unas mejores que otras; básicamente es necesario llegar a un acuerdo nacional e internacional para que los estudios y las soluciones empleadas sean comparables entre distintas ciudades y entre la misma ciudad pero en tiempos diferentes.

Al igual que la producción, en ocasiones es importante conocer la composición por sectores ya que las características de las basuras determinarán a su vez las características de la recolección y del transporte. La composición total, necesaria para las operaciones de disposición final, podrá ser obtenida mediante la integración de las composiciones parciales.

Sin embargo, otra vez se hace énfasis en que esta información se debe buscar solo si se le ha de dar alguna utilidad real.

Composición física

No existe una norma definitiva sobre la clasificación física de los residuos sólidos, pero ella debe adecuarse a las necesidades locales. Normalmente se estudia la composición física por porcentaje en peso.

Un punto importante respecto a esta información es que se debe buscar únicamente si va a ser utilizada, por ejemplo para definir cantidades de materiales reciclables. Si este no es el caso, esta información no es relevante. Como ilustración se establece aquí un método general pero se insiste que en poblaciones menores que 60.000 habitantes esta información es importante, solo si existen posibilidades reales de reutilizar o reciclar los materiales sobre los cuales se hace la composición.

La clasificación más utilizada actualmente en Colombia es la siguiente:

Desechos de alimentos	Papel y cartón
Plásticos	Textiles
Caucho	Madera
Vidrio	Metales ferrosos y no ferrosos
Huesos	Poda y otros

parte, es posible hacer cualquier clasificación. Así, si se está interesado en recuperar metales ferrosos, la clasificación perfectamente puede ser:

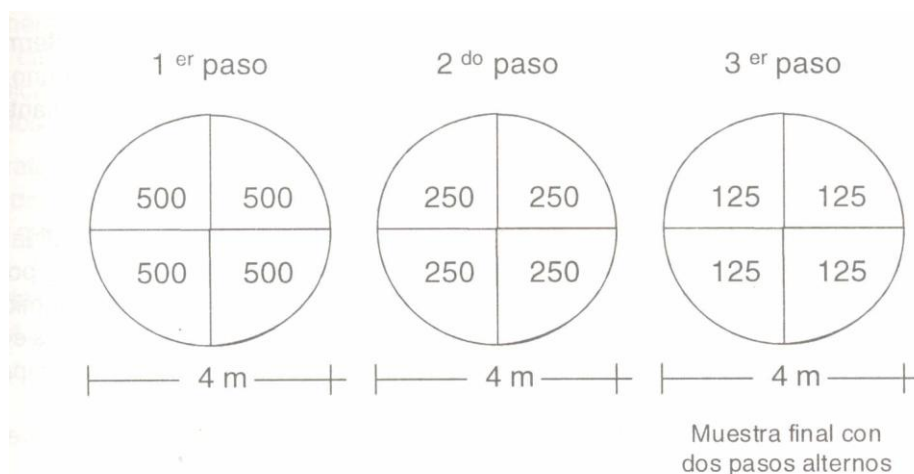
Metales ferrosos y Otros

No existen métodos oficiales de tipo estadístico para lograr una estimación de la composición física.

Debido a la heterogeneidad de la basura, una muestra puntual, es decir, una muestra aislada en el espacio y en el tiempo no es representativa de los residuos de una población, lo cual obliga a mantener un programa continuo para determinar tanto la producción como la composición de los residuos sólidos.

De todas maneras, y dado que la determinación se hace por sectores, es posible tomar la muestra de la basura que llega en un vehículo proveniente del sector respectivo.

Para ello, se vacía todo el contenido del vehículo en un sitio con piso firme y limpio. Ya sea manual o mecánicamente, se voltea sucesivamente hasta hacer homogénea la mezcla; se aglutina formando un círculo de diámetro aproximado de 4 metros y altura aproximada de 0.5 m y se divide en cuatro partes iguales, tal como se indica en la figura.



Se escogen dos cuartos opuestos, se desecha el resto y se repite la operación hasta obtener un peso de aproximadamente 250 kg. en 2 cuartos alternos. Manualmente se seleccionan los materiales y se colocan en recipientes separados, previamente tarados, hasta terminar con la muestra. Sobre un peso inicial de 2000 kilogramos el proceso podría ser:

Cada recipiente, que contiene los elementos que correspondan a la clasificación, se pesa y por diferencia se conocerá el peso del componente. La proporción se calculará como (en términos de porcentaje) :

$$p = [W_i / \sum W_i] * 100 \%$$

Donde :

W_i = peso de cada componente

$\sum W_i$ = suma de todos los pesos de los componentes.



En el cuadro siguiente se muestran algunos resultados de muestreos efectuados, en diversos estudios.

COMPOSICIÓN FÍSICA DE RESULTADOS SÓLIDOS Porcentaje en Peso

	Colombia	Colombia	USA	Guayaquil Ecuador	Cúcuta	Ipiales	Villavicencio
ELEMENTO / AÑO	1975	1989	1977	1992	1981	1992	1991
Residuos Alimentos	50	37	15	59	32	45	49
Papel y Cartón	30	23	44	10	16	30	13
Plásticos	2	9	3	8	11	2	5
Textiles	<1	4	2	2	5	5	2
Caucho	<1	4	1	*	*	*	5
Madera	1	5	2	5	6	2	3
Vidrio	3	8	8	2	14	2	12
Metales	<1	5	9	2	7	3	7
Otros	13	5	4	10	9	11	4
Poda	*	*	12	2	*	*	*
TOTALES	100	100	100	100	100	100	100

*Fuentes: Colombia: MinSalud; PIRS- U. Nacional. USA: G. Tchobaboglus. Ciudades el autor. * Comprendido en otros*

Junto con la determinación de la composición física de la basura, es posible también determinar el peso específico, medido en unidades de peso por unidad de volumen, tanto de cada uno de los componentes como de la muestra en conjunto, la forma se establece un poco más adelante.

Peso específico

El Peso Específico de los residuos sólidos es de primordial importancia, ya que esta medida define las relaciones entre el peso y el volumen de los residuos sólidos que se han de manejar y por tanto se utiliza para definir criterios como volúmenes de recipientes para almacenamiento domiciliario, comercial ó industrial; volúmenes de recipientes para recolección; especificaciones de los equipos para recolección y transporte, necesidades de equipos en sitios de disposición final y capacidad del relleno sanitario.

Por las razones anteriores y atendiendo las diferentes posibilidades de manejo, se requieren:

- Peso específico de la basura, tal como se presenta para recolección.
- Peso específico de la basura en los vehículos de recolección
- Peso específico de la basura al ser entregada al sistema de disposición final.
- Peso específico de la basura colocada finalmente en el sitio de disposición final.

Estas mediciones han de ser efectuadas en el sitio en donde ocurren y todas se fundamentan sobre la medición del peso que tienen los residuos en un volumen determinado. Aún cuando no existen métodos normalizados para hacer la determinación, la recomendación más importante es la de disturbar lo menos posible el volumen original ocupado por la muestra que va a ser medida. Así., por ejemplo, el peso específico de la basura dentro de los vehículos de recolección puede ser determinado midiendo cuidadosamente el volumen que realmente ocupen los residuos dentro del vehículo y pesando éste con basura y sin basura.



En general, el método consiste en tomar un volumen conocido de basura mediante un recipiente previamente aforado tanto en peso como en volumen y medir su peso con basura mediante una báscula. La relación entre el peso resultante neto de basura y el volumen es el peso específico.

Como dato de experiencia, en la mayoría de las poblaciones colombianas, el peso específico de la basura de las viviendas, tal como se presenta en la recolección esta entre 200-300 kilogramos por metro cubico.

Composición química

Conocer la composición química de los residuos sólidos es fundamental para aceptar ó rechazar un tratamiento con el que puedan ser procesadas las basuras en la actualidad ó en el futuro. Pero -nuevamente se recalca que esta información será de interés únicamente si posteriormente es, utilizada.

Para poblaciones hasta 60.000 habitantes, y en caso de ser necesario establecer la composición química es mejor recurrir al muestreo y además a un especialista.

Los análisis químicos más comúnmente utilizados son: humedad, pH, carbono, nitrógeno, fósforo, potasio y poder calorífico.

En general, los residuos sólidos domésticos no son recomendados como combustible, por su bajo poder calorífico. Como consecuencia la incineración no es recomendable como método de disposición final, con excepción de aquellos desechos que sean altamente peligrosos para la salud como los hospitalarios.

Para tratar la basura por métodos biológicos como el compost, es necesario conocer la relación C/N que debe ser de 10 a 25, con alto contenido en materia orgánica para que el producto final sea de buena calidad.

Con fines comparativos en el cuadro siguiente se muestra la composición química de los Residuos Sólidos en las ciudades de Santafé de Bogotá y en Cúcuta.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE RESIDUOS SÓLIDOS		
Porcentaje en Peso		
Varias ciudades - años indicados		
COMPONENTE	Bogotá	Cúcuta
	1979	1980
Humedad%	72	55
Carbono	41	34
C/N	26	49
Ceniza%	26	49
Potasio%	1.7	1.2
Pc (Kcal/Kg)	3.391	2.765
Pci(Kcal/Kg)	2.959	2.434
Fósforo	**	0.5
pH en susp. al 10%	**	6.2

Fuentes: Bogotá Secretaría de Salud de Bogotá, Empresa Distrital de Servicios Públicos. Estudio de Aseo Urbano. 1979. Cúcuta INSFOPAL 1981

- Calculado como $Pci = Pc - 6$ (humedad)
- Sin información



RESUMEN DE IDEAS

Se deben considerar tres grandes componentes cuando se trata de un manejo eficiente y sostenible de las basuras: La comunidad, el ambiente y la tecnología.

Sobre la comunidad es conveniente conocer: Tamaño; distribución geográfica; tasa de crecimiento; hábitos y expectativas respecto al servicio; formas y tecnologías con posibilidades para ser implementadas; aspectos administrativos y financieros. Es importante que la comunidad decida sobre: formas de administración, operación y mantenimiento; vigilancia y control del servicio; costeo y forma de pago del manejo de basuras.

La participación de la comunidad es fundamental para la sostenibilidad del servicio, esto es, para su permanencia durante todo el tiempo, con criterios favorables al ambiente y prestando los beneficios esperados, con el menor consumo de recursos.

Sobre el ambiente es importante conocer variables como: clima, topografía y vías. Estas variables permiten tomar decisiones importantes para la recolección y transporte de los desechos sólidos.

Respecto de los residuos es necesario conocer, entre otras, su cantidad, variaciones en el tiempo, composición física y química. El conocimiento de la cantidad de basura permite establecer, entre otras cosas, cuáles deben ser los equipos de recolección, el personal, el ruteo, la frecuencia de recolección, el establecimiento de tarifas y el tipo de entidad prestadora del servicio.

La experiencia muestra que es aconsejable tomar como unidad de muestreo la vivienda ya que se facilita el conteo y siempre la basura se entrega por casa y no por persona.

Debe tenerse en cuenta que la producción de basura y su composición, no son constantes todo el tiempo; por lo tanto debe mantenerse un programa continuo para su determinación y no confiar en muestras puntuales.

EJERCICIOS DE AUTO EVALUACIÓN

Le invitamos a reflexionar sobre los siguientes puntos:

¿Cuáles son los factores que en su localidad dificultan o facilitan la sostenibilidad en el manejo y disposición de los desechos sólidos? Identifíquelos y caracterícelos, pensando en los tres componentes sugeridos - comunidad, ambiente, tecnología -.



MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS EN MUNICIPIOS

Curso básico



CAPÍTULO 3

ALMACENAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

TABLA DE CONTENIDO

ALMACENAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	52
ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	52
Tamaño de los recipientes.....	53
Peso máximo permitido.....	53
Materiales recomendables.....	53
Presentación.....	54
Algunas características generales.....	54
Almacenamiento unifamiliar.....	54
Almacenamiento multifamiliar.....	54
Almacenamiento comercial.....	55
Almacenamiento Industrial.....	56
Almacenamiento en sitios especiales.....	56
Almacenamiento de basuras recolectadas en limpieza de calles.....	56

PRESENTACIÓN

El almacenamiento de la basura es la operación con la cual se inicia el proceso del manejo de los residuos sólidos. No es función directa de la empresa que presta el servicio, pero de su buena operación depende la estética de la vivienda, oficina o industria; el control de insectos y roedores; la eliminación de olores y la eficiencia de la recolección, entre otros.

La presentación de la basura es la operación de sacar los residuos sólidos del lugar donde se almacenan en la vivienda o edificación y dejarlos en el sitio donde los debe recoger la empresa que presta el servicio; el tiempo de la presentación debe ser mínimo; según la legislación colombiana (Ley 142 de 1994; Decreto 605 Marzo de 1996) la responsabilidad sobre el manejo de la basura pasa a ser de la empresa que la recoge en el momento en que se presentan.

En este capítulo se consignan algunas características y recomendaciones sobre los recipientes para el almacenamiento de la basura y consideraciones sobre su presentación.

OBJETIVOS

Al finalizar este capítulo debe Usted estar en capacidad de:

- Recomendar los recipientes adecuados para la recolección de los residuos sólidos en la vivienda.
- Implementar las formas de presentación adecuadas según la procedencia de la misma.



ALMACENAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

El almacenamiento y la presentación constituyen puntos de contacto directo entre el usuario y la empresa que recolecta las basuras y en donde la comunidad y la empresa pueden llegar a decisiones que logren disminuir en forma importante el costo del servicio, debido a un aumento en la velocidad de la recolección ocasionado por tres factores:

Los recipientes y su manipulación El sitio de presentación
El cumplimiento de la empresa en sus horarios de recolección

Almacenamiento de los residuos sólidos

Los recipientes de almacenamiento, deben cumplir, entre otros con los siguientes requisitos de manejo:

En el interior de la vivienda o edificación:

- No permitir el acceso directo de animales.
- No permitir la difusión de olores.
- Proteger la vivienda o edificio de la proliferación de moscas, ratones o vectores similares.
- Presentar un aspecto estético agradable.
- No requerir demasiado mantenimiento.
- Ser durable.

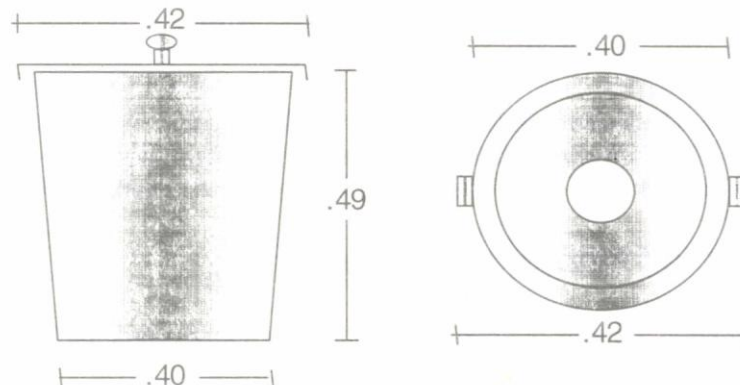
En el exterior, para presentación al servicio de recolección:

- Ser resistente a la manipulación
- No permitir el acceso directo de animales a su contenido.
- No exceder un peso determinado, con el fin de facilitar su manejo por el personal de recolección.
- Permitir su fácil manejo, especialmente las operaciones de levante, transporte manual y vaciado.
- Facilitar el rendimiento del personal de recolección.
- Permitir el fácil acceso para la empresa.

Tamaño de los recipientes

'=1 tamaño de los recipientes para almacenar las basuras en función de la producción unitaria y de la frecuencia de recolección. Para una familia típica colombiana que puede producir en promedio 3.6 kilogramos en un día, con una recolección de 2 veces por semana y con un peso específico de la basura de 300 kilogramos por metro cúbico, es posible tomar como diseño típico un recipiente de las características mostradas en la Figura el cual tiene un volumen de 65 litros, con una sección transversal variable, lo cual permite el fácil vaciado de la basura. Un recipiente de esta naturaleza contendrá como máximo 25 kilogramos de basura, el cual cumple con las especificaciones que se dan a continuación.

RECIPIENTE TIPO Dimensiones en centímetros, sin escala



Peso máximo permitido

Por razones de salud preventiva del trabajador, no se debe permitir recipientes, para ser manejados manualmente por una persona, con pesos mayores de 25 kilogramos; este peso podrá ser aumentado hasta 50 kilogramos, para recipientes que deban ser manejados por dos obreros. No se debe permitir la presentación de recipientes de mayor peso, porque de hacerlo podrán en grave riesgo la salud de los obreros recolectores o harán necesario adquirir equipos especiales.

Los recipientes de 50 kilogramos podrán tener un volumen para basura de aproximadamente 140 litros, equivalentes a 46 kilogramos de basura, quedando una holgura de 4 kilogramos para el recipiente vacío. En el caso de los recipientes convencionales de 25 kilogramos, el peso del recipiente vacío podrá ser máximo 3 kilogramos.

Materiales recomendables

De acuerdo con las especificaciones enunciadas, los materiales de los recipientes para basura pueden ser: metálicos, de aluminio, o latón y no metálicos, de plástico o cartón fuerte. En el caso del plástico, se pueden utilizar dos opciones: recipientes de plástico o bolsas plásticas desechables, de buena resistencia.

Es recomendable que todos los usuarios combinen el uso de un recipiente reutilizable con una bolsa plástica desechable, ya que esta condición aumenta considerablemente el rendimiento de recolección, sobre todo cuando se presenta la bolsa debidamente cerrada, aún cuando dificultara las operaciones de disposición final en especial si es relleno sanitario, debido a las características de peso y permanencia de los materiales plásticos.



En caso de utilización de bolsas plásticas se recomienda que éstas tengan agujeros que permitan el paso del aire hacia y desde la bolsa.

Presentación

La acción de presentar la basura debe cumplir unos requisitos acordados por la comunidad para maximizar la eficiencia de la recolección, algunos de los cuales se enuncian a continuación:

- Los recipientes para presentación deben tener las especificaciones sobre peso y tamaño, enunciadas en los puntos anteriores. Cualquier otro recipiente se debe disponer junto con la basura que contenga.
- La presentación se hará sobre la acera, al frente de cada edificación. De ninguna manera se hará recolección en zonas interiores de edificaciones, a menos que se haya acordado con anterioridad con la Empresa de Aseo.
- En algunos casos, se llega a acuerdos para que el usuario presente sus basuras en la esquina más próxima de su calle, o en otro lugar previamente convenido. Esto facilitará la labor de recolección, pero en todos los casos es necesario mantener los horarios de recolección.

Algunas características generales

A continuación se ilustran algunos elementos adicionales, sobre presentación de basuras:

Basura comercial y basura industrial: El almacenamiento debe efectuarse en recipientes metálicos o plásticos; el peso debe ser de 50 kilogramos por recipiente. La presentación se hará en la acera más próxima, a menos que haya convenio previo entre el usuario y la empresa que presta el servicio.

Basura peligrosa: El almacenamiento debe efectuarse en recipientes herméticos con un peso máximo de 50 kilogramos por recipiente. La presentación debe ser convenida entre el productor y la empresa que presta el servicio; el transporte debe ser especialmente diseñado y no debe combinarse con otros residuos. La disposición final se efectuará con el recipiente incluido en un sitio especial del relleno sanitario.

Almacenamiento unifamiliar

El almacenamiento debe hacerse en el lugar donde más residuos se producen o donde ellos se concentran como por ejemplo en la cocina de la vivienda. El depósito debe tener asas para su manejo y su correspondiente tapa; es una buena costumbre utilizar talegos plásticos dentro del recipiente; esta costumbre facilita la operación de presentar las basuras y proteger el depósito de almacenamiento.

Almacenamiento multifamiliar

El cálculo del tamaño y forma de los recipientes para las basuras de edificios multifamiliares se hará de acuerdo con el número de personas que habiten el edificio, la frecuencia de recolección establecida por la empresa que presta el servicio, y el equipo disponible para recoger las basuras.



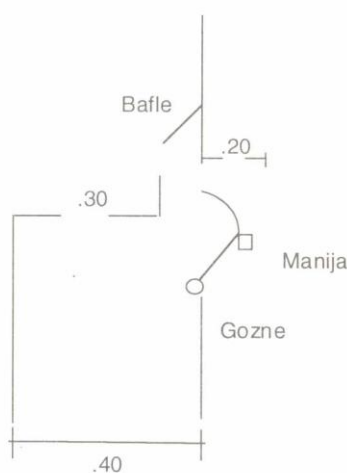
En los edificios multifamiliares de varios pisos es necesario utilizar conductos especiales para bajar la basura hasta el primer piso donde se encuentra el almacenamiento; estos ductos tendrán una entrada al nivel de cada piso con las seguridades para evitar accidentes; en la figura se presenta un diseño típico.

Las dimensiones de la entrada serán siempre menores que las del ducto, para evitar atascamientos; el ducto será de material impermeable, de fácil lavado y resistente al fuego; a la entrada de cada piso y en el lugar de almacenamiento, siempre debe haber extintores de incendio tipo ASC; cada dos pisos por lo menos debe hacerse entradas para limpieza periódica del ducto.

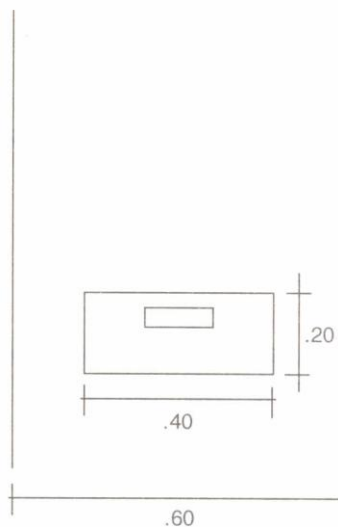
El almacenamiento se efectuará en depósitos diseñados de acuerdo con las especificaciones de la empresa recolectora, quien tendrá en cuenta el equipo disponible y la frecuencia de recolección.

El uso de compactadores de basura en los edificios multifamiliares reduce el volumen y maximiza la utilización de los espacios disponibles; los trituradores también reducen los espacios necesarios pero crean problemas en los alcantarillados y en las plantas de tratamiento de aguas residuales por el aumento de los sólidos. Es inaceptable, arrojar las basuras trituradas a los alcantarillados, ya que esto es equivalente a solucionar un problema de contaminación de suelos creando una mayor contaminación de las aguas.

Ductos para basuras en edificios multifamiliares
Dimensiones en centímetros



DUCTO VISTA
LATERAL



DUCTO VISTA
FRONTAL

Almacenamiento comercial

Generalmente el comercio produce residuos con alto componente de papel y cartón que permite aumentar las frecuencias de recolección sin problemas de putrefacción de las basuras. El comercio puede fácilmente compactar la basura para disminuir los problemas de su almacenamiento.



Almacenamiento Industrial

Los residuos industriales dependen del tipo de industria razón por la cual no se puede generalizar un método de almacenamiento. Cada industria deberá convenir con la empresa su forma de presentación.

Almacenamiento en sitios especiales

En algunos sitios públicos de alta producción de basura, especialmente en plazas de mercado o en espectáculos públicos, es aconsejable colocar cajas estacionarias, de al menos 2 m³ de capacidad para el almacenamiento de las basuras, para que luego sean transportadas hasta el sitio de disposición final. En algunos casos estas cajas pueden tener su propio sistema de rodamiento, que facilite su transporte.

Almacenamiento de basuras recolectadas en limpieza de calles

En el caso de la prestación de las basuras recogidas en el aseo de las vías pueden utilizarse dos opciones principales:

- La utilización de un vehículo que recoge la basura directamente de los equipos utilizados por el personal de barrido. Este sistema tiene la desventaja de la difícil sincronización entre los equipos de personal de barrido y el vehículo recolector.
- La opción más recomendable es la utilización de bolsas plásticas resistentes, de capacidad no mayor de 10 kg de basura, en donde la persona que hace la tarea de barrido almacena los residuos. Al llenarse, se cierra la bolsa y se coloca, para su recolección, en las aceras de las vías de donde es recogida por un vehículo.

RESUMEN DE IDEAS

El almacenamiento de la basura es la operación con la cual se inicia el proceso de manejo de los residuos sólidos, mientras la presentación es la operación de sacarlos al sitio donde los recoge la empresa.

Los recipientes de recolección deben cumplir condiciones higiénicas, estéticas y de durabilidad; deben ser resistentes y livianos y presentarse de tal manera que facilite el trabajo de la empresa recolectora.

El almacenamiento de basura peligrosa debe efectuarse en recipientes herméticos y su presentación convenida entre el producto y la empresa que presta el servicio. No debe combinarse con otros residuos.

En las viviendas el almacenamiento debe realizarse en el sitio donde mayor cantidad de residuos se producen. En el caso de los edificios multifamiliares el uso de compactadores reduce el volumen y maximiza la utilización de los espacios.



EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN

Por favor reflexiones sobre los siguientes puntos:

¿Cómo almacena y presenta Usted los residuos sólidos en su vivienda? Cuáles de los procedimientos que utiliza, facilitan y cuáles procedimientos dificultan la labor de recolección por parte del ente administrador o el encargado comunitario.

Conociendo las condiciones de su localidad, haga las recomendaciones pertinentes para la recolección y presentación de la basura.



**MANEJO Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS MUNICIPALES**
Curso básico



CAPÍTULO 4
TRANSPORTE DE LA BASURA

TABLA DE CONTENIDO

TRANSPORTE DE LAS BASURAS.....	62
Frecuencia de recolección.....	63
Alternativas de frecuencia.....	64
Rendimiento de la recolección.....	65
Horario.....	66
Número de personas en los equipos de recolección.....	66
Macroruteo.....	68
Microruteo.....	69

PRESENTACIÓN

-Si se tiene en cuenta que alrededor del 80% del presupuesto total de las empresas de aseo se utiliza en labores de recolección, se comprenderá la importancia de organizar adecuadamente esta tarea. Cualquier mejora en el uso de los recursos que se pueda hacer en ella, por pequeña que sea, significará una economía grande al carácter repetitivo que tiene la operación.

En este capítulo se tratará sobre el transporte de la basura y la determinación de rutas de recolección, enfocando el análisis desde dos puntos de vista:

Macroruteo, incluyendo zonificación y balance de rutas, que pretende dividir las áreas de recolección en zonas que signifiquen iguales cargas a trabajos para los equipos de recolección, teniendo en cuenta la necesidad de hacer eficiente el uso de los recursos.

Microruteo, en donde se detalla la ruta de recolección tratando igualmente de economizar al máximo los recursos, con un buen servicio.

OBJETIVOS

Al finalizar este capítulo Usted deberá estar capacitado para:

- Recomendar para su localidad las frecuencias de recolección y el número de personas que deben integrar los equipos.
- Seleccionar el tipo de vehículo que se ajusta mejor a las características de la localidad.
- Aplicar los pasos para establecer el macro y micra ruteo.



TRANSPORTE DE LAS BASURAS

Tanto para el transporte de la basura como para el establecimiento de las rutas, se conjugan una serie de variables de cuyo conocimiento es necesario disponer. Estas se refieren a :

Características de la población - Población y proyecciones

- Cobertura de recolección actual
- Densidad de población por área o por longitud de vías.

Características de la ciudad

- Clima: lluvias, severidad del invierno y del verano.
- Plano de vías
- Características topográficas
- Diagrama del tráfico en vías
- Zonificación residencial, comercial e industrial

Características de los residuos sólidos.

- Tipo y cantidades producidas - Peso específico

Características del servicio con relación a la recolección

- Responsabilidad del servicio
- Puntos de disposición
- Frecuencia de la recolección
- Métodos sobre manejo y almacenamiento domiciliario
- Organización de los operadores
- Localización de los recipientes de los desechos
- Rendimientos de la recolección
- Regulaciones sobre control de la contaminación
- Regulaciones del tránsito de las calles

Recursos disponibles

- Recursos humanos
- Capacidad de las unidades en peso y volumen
- Operación del equipo
- Mantenimiento del equipo

Algunas de éstas variables no son manejables, pero otras, como la frecuencia o los métodos de recolección, por ejemplo, son variables que el servicio puede modificar para mejorar el tratamiento del problema.

De todas formas, antes de iniciar un programa de trazado de rutas será necesario definir y aclarar todos los aspectos y políticas que encierre un plan de recolección. Algunos servicios son pobres



debido a que ha faltado planificación, desconocimiento de los puntos de vista de la comunidad o falta de claridad en el análisis de ciertas condiciones que dificultan el funcionamiento permanente del servicio de recolección. Por ejemplo, los cambios de rutas de recolección implican un conocimiento y aceptación del público, lo cual no siempre es posible obtener a corto plazo y eventualmente termina en un rechazo.

Otras veces, los factores previos al diseño se refieren a aspectos laborales como tipo de salarios, horas de trabajo, políticas de sobre tiempo, trabajo nocturno y dominical, trabajo a tareas o destajo. Tal vez, este conjunto de factores es uno de los aspectos fundamentales en el diseño de rutas ya que una modificación del método de recolección podría involucrar una controversia laboral.

La ubicación de los recipientes a recoger es un factor importante. Queda claro que el establecimiento de políticas al respecto es fundamental puesto que no será igual dejar el recipiente en la acera que en la entrada de la casa o edificio, o dentro de éste y esto quedará reflejado en el rendimiento de los equipos en las rutas.

El sistema de recolección debe estar ajustado al sistema de disposición final y en consecuencia, para el diseño de rutas será necesario que el sitio y tipo de disposición final hayan sido definidos previamente.

La ubicación del sitio de disposición final, puede influir en la selección de la capacidad y tipo de los vehículos recolectores y en la utilización de las estaciones de transferencia. El sistema de disposición final también influye en la recolección ya que en algunos casos determina una preselección de los componentes y una recolección y transporte discriminados.

La enumeración de estos detalles resalta la importancia de la participación de los usuarios dentro de las decisiones a tomar. Esta participación se debe dar a través de un trabajo continuo con la comunidad.

Frecuencia de recolección

La frecuencia de la recolección es función de la producción por habitante, el clima, la capacidad del servicio y los hábitos y conveniencias de la comunidad. En primera instancia se puede pensar que la frecuencia está determinada básicamente en función del período durante el cual los residuos puedan permanecer almacenados en los locales donde son generados, sin producir descomposición. Este criterio hace jugar papel muy importante al clima y es eminentemente sanitario, pues evita la proliferación de mosca y otros insectos y roedores. Además, si la recolección es frecuente los depósitos utilizados son más pequeños en capacidad, disminuyendo apreciablemente el rendimiento en la recolección.

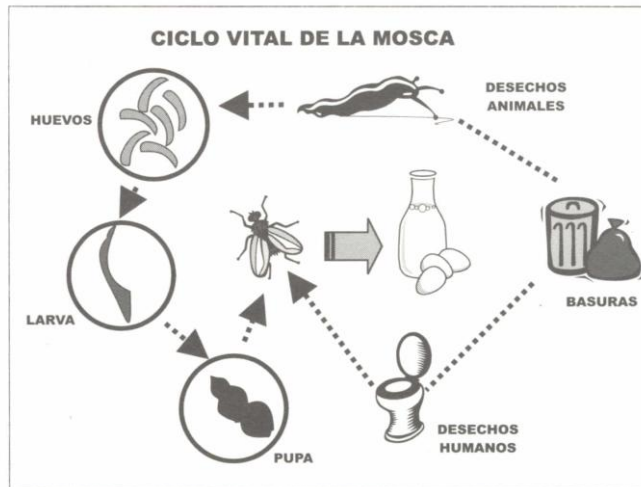
Desde el punto de vista de costos, en las actuales circunstancias de altos precios de la energía, un aumento en la frecuencia de recolección significa un incremento substancial en los costos totales. Esto se debe a que para recolectar cantidades pequeñas de basura el equipo deberá hacer recorridos más largos para completar su carga. Por consiguiente esto supone mayores labores del personal, mayores tiempos, distancias, maquinarias y mayor desgaste es éstas.

La frecuencia más apropiada para un servicio satisfactorio y económico está determinado por la cantidad de basura a ser recolectada, el clima y las demandas ciudadanas. El máximo período para la recolección de los desperdicios orgánicos deberá establecerse con base en:



- El tiempo que pueda almacenarse la basura producida en un depósito de dimensiones razonables y manejables por los operadores de recolección.
- El tiempo que los desperdicios orgánicos al descomponerse puedan producir olores bajo condiciones normales de almacenamiento y

El período en el ciclo vital de la mosca, para pasar de huevo a larva y que en época de verano es frecuentemente menor que 10 días. Dada la peligrosidad de este insecto caracterizándose como diseminador de gérmenes como se presenta en el siguiente esquema, es necesario establecer la frecuencia de recolección teniendo en cuenta este aspecto



De otra parte, por razones de salud y saneamiento ambiental, la frecuencia mínima aceptable de recolección de basuras en sectores residenciales que contienen residuos putrescibles, es de una vez por semana. Un tiempo mayor entre las recolecciones puede conducir a someter al personal recolector a levantar pesos mayores a 25 kilogramos el cual es el límite en la recolección domiciliar.

La frecuencia para la recolección de desechos no putrescibles y cenizas generalmente está basada en la capacidad de los recipientes para la cantidad producida y de la capacidad del personal para levantar continuamente objetos pesados.

Alternativas de frecuencia

Diaria: Es una frecuencia costosa, aunque protege el aspecto sanitario adecuadamente. Generalmente, se hace durante 6 días a la semana exceptuándose los domingos. Por consiguiente hay sobrecarga los días lunes. Se utiliza para establecimientos especiales como hospitales, plazas de mercado, hoteles y otros similares. Esta frecuencia se llegó a utilizar en Colombia en algunas ciudades pero está siendo abandonada por su alto costo.

-Interdiaria: También se puede considerar como frecuencia de tres veces a la semana. En esta alternativa generalmente no se trabaja los domingos. Se sobreentiende que cuando no se trabaja los domingos habrá sobrecarga los lunes. Esta frecuencia se llegó a utilizar en Colombia en algunas ciudades pero ocasiona altos costos e inconvenientes laborales.



Dos veces por semana: Esta frecuencia es muy utilizada. Hasta la fecha es la que mejor resultados ha arrojado especialmente en la zona residencial. En ella tampoco se taja los domingos por lo que hay que prever un recargo en una de las dos recolecciones semanales.

Una vez por semana: Este tipo de frecuencia, es muy aplicable cuando la producción por basura por persona, es baja. Una ventaja de la recolección de basura en zonas residenciales de una vez por semana sobre la de dos veces por semana, es que se requieren menor número de vehículos en un 23% a 33%. En segundo lugar, los costos son menores pues utilizan menos vehículos, mano de obra, lo que puede significar una reducción de hasta el 50% de los costos.

En cualquier caso se insiste que la frecuencia de recolección es una decisión que ha de ser convenida con la comunidad, en función de sus hábitos y costumbres, además de las implicaciones en costos.

Rendimiento de la recolección

Este es el factor que con la producción y el tiempo para recolección determinará el tamaño de la zona que tendrá a su cargo cada equipo de recolección. Mide el tiempo que se tomará un determinado equipo, bajo condiciones definidas, para recolectar una cantidad de basura.

Se utilizan varias medidas para definir este parámetro, las cuales se indican a continuación.

- Tonelada / minuto -hombre
- Tonelada/ minuto
- Metro cúbico / minuto

Es evidente que el rendimiento en la recolección dependerá de:

Tipo de vehículo. En general son mucho más eficientes los de cargue trasero con compactación y menos los abiertos con alturas de cargue mayores de 1.50 metros.

Frecuencia de recolección. A mayor frecuencia los tiempos serán los mismos para recoger menor cantidad de basura.

Número de personas en el equipo. No aumenta proporcionalmente con éste y lógicamente, cuando el número es excesivo, decrece. En la información de rendimiento generalmente se indica el número de personas en el equipo, el cual no debe incluir al conductor.

De las condiciones topográficas de las vías.

De los métodos de recolección. Será mayor recogiendo la basura de las esquinas que de las aceras de las casas. Igualmente aumenta cuando los recipientes pueden disponerse con la basura como es el caso de las bolsas de plástico o cuando son de tal tamaño que pueden ser manejadas sin dificultad por un hombre.

Tomando en cuenta todas estas condiciones, la empresa que presta el servicio deberá mantener información actualizada sobre los rendimientos y sobre las posibilidades de mejorarla en cada una de las rutas que se tengan para la recolección. El rendimiento se medirá contando el tiempo



transcurrido desde que se recoge el primer recipiente de basura hasta que se recoge el último, el cual, multiplicado por el número total de obreros que intervienen en la operación de recolección (sin contar el conductor) dará como resultado los minutos-hombre. Midiendo la cantidad de basura recolectada, ya sea en peso o en volumen, se podrá obtener el rendimiento. La información deberá ser registrada, junto con las demás condiciones bajo las cuales fue obtenido.

Horarios

El horario esta relacionado con la duración de la jornada de trabajo. El diurno presenta la ventaja de su menor costo pero la desventaja que hay mayor tráfico de vehículos; el horario nocturno presenta las ventajas del clima más benigno en zonas cálidas y menor tráfico, pero las desventajas del mayor costo y del ruido al manejar los recipientes, además, afea la ciudad cuando los depósitos de la basura deben permanecer toda la noche en el exterior de la vivienda o local.

El horario de recolección, para los sectores o barrios, deberá mantenerse lo más constante posible. Esto facilitará las relaciones entre la comunidad y la empresa que presta el servicio de aseo.

Número de personas en los equipos de recolección

El rendimiento de la recolección depende del número de personas del equipo de recolección. Pueden ser:

Con una persona: La experiencia indica que el rendimiento es bajo por que hace detener frecuentemente el vehículo recolector.

Con dos : Dependiendo del clima, la topografía y la cantidad de basura a recoger este puede ser un buen tamaño.

Con tres: En algunos lugares refuerzan el equipo de dos personas con una tercera para que éste ayude por el lado de mayor carga. Aunque la filosofía es buena, se debe tener cuidado porque en algunos lugares lo que se ha podido observar es que trabajan dos y descansa uno, lo que hace bajar el rendimiento.

Con cuatro: De igual manera que con dos, el rendimiento depende del clima, la topografía y la cantidad de basura a recoger.

De todas maneras, en cada caso particular, es necesario estudiar los rendimientos. No existe una fórmula que permita decidir para una ciudad o barrio cual es el número óptimo de personas del equipo. Por esta razón es muy conveniente mantener constantemente estudios y análisis al respecto.

Vehículo

Determinar la cantidad y características del equipo recolector de basuras es una de las partes más complejas en el manejo de un servicio de aseo urbano.

Para poblaciones pequeñas no siempre es óptimo un vehículo compactado. En muchas ocasiones, es mejor transportar la basura en una o varias vagonetas arrastradas por un tractor que no exigen mantenimiento complicado como los carros recolectores compactadores.

Los vehículos transportadores pueden ser de tracción animal para pueblos pequeños. Para poblaciones mayores se pueden utilizar volquetas, tractores con vagones o carros compactadores de diferentes capacidades.

Existen incluso experiencias, como las de Los Patios, Norte de Santander donde los vehículos son manuales, combinados con un tractor y una vagoneta para el transporte final.

La relación entre el número de los equipos de iguales características, su capacidad y la cantidad total de basura es:

$$N = W / VC$$

(VC) donde:

N = número de equipos necesarios, un número entero.

W = Cantidad de basura que deba ser recogida, en kilogramos, toneladas o metros cúbicos, por jornada. Es un factor, que depende del número de días de recolección. por semana, de fa cobertura y de la producción de basuras.

V_r = número de viajes de recolección, por jornada, de cada equipo, un número entero.

C = capacidad de cada vehículo, en kilogramos, toneladas o metros cúbicos.

Una relación sencilla que expresa que el número de equipos aumenta proporcionalmente con el total de basura a recolectar y disminuye a medida que aumenta la capacidad de los vehículos.

—v

Selección de vehículos para recolección

Uno de los componentes esenciales en un servicio de aseo, es el vehículo mecánico. Por tanto, selección de este material es un tópico crítico que debe estudiarse con detalle.

La elección en particular depende de las condiciones locales, por tanto, se dan solo guías generales para la selección del equipo. Las cualidades que se requieren de un vehículo son:

- Rapidez de llenado
- Llenado máximo y facilidad de vaciado.
- Tolva de carga que permita asegurar las operaciones de vaciado de los recipientes de los usuarios fácilmente y en las mejores condiciones de higiene.
- Funcionamiento silencioso
- Manejabilidad máxima de circulación.
- Hermetismo, facilidad de mantenimiento y lavado
- Reparto correcto de las cargas sobre los ejes
- Seguridad
- Estética
- Económico, tanto en la adquisición como en la operación.

Estas consideraciones hacen que para comunidades pequeñas hasta de 20.000 habitantes (tamaño tomado como guía únicamente) sea recomendable considerar vehículos con tracción manual o animal. Para poblaciones mayores, se puede utilizar combinaciones con vehículos de tracción mecánica.



Macro ruteo

Una vez se ha definido el tipo de vehículo, de métodos de recolección y de número de personas que conformaran cada equipo, que se utilizará, es necesario calcular las rutas. Fundamentalmente se trata de determinar el tamaño de cada una de las rutas en forma tal que la cantidad de trabajo diario sea muy similar para todos los equipos, con el máximo de utilización de los recursos.

El tamaño de cada una de las rutas, generalmente se determina en función del número de manzanas o cuadras de vías a servir.

El primer paso será, sobre un plano de la ciudad, dividir la recolección en grandes zonas lo más homogéneas posibles en cuanto a sus características de producción de basuras, topografía, tipo de basura y cuyos límites estén determinados por accidentes geográficos o por instalaciones urbanas. Así un río o una avenida de amplio tráfico servirán como límites. El objeto de esto es lograr una amplia fluidez dentro de las rutas.

Si consideramos ahora los movimientos de un equipo recolector se puede establecer que el tiempo total T de trabajo se puede registrar en

$T = \text{tiempo de transporte sin recolectar} + \text{tiempos de descansos} + \text{tiempos de recolección}$

Si llamamos t_r = el tiempo disponible para recolección, tendremos :.

Tamaño de la ruta en toneladas = t_r (minutos) / R (minutos / toneladas)

Ahora, este tamaño en toneladas puede convertirse en tamaño por viviendas, o por cuadras, o por manzanas, conociendo la cantidad de basura producida por cada una de estas unidades en el tiempo transcurrido entre las recolecciones.

Con el tamaño de las rutas determinado sobre el plano y para cada una de las zonas anteriores definidas, se procederá a la distribución.

Algunos principios generales recomiendan los siguientes criterios:

- Las rutas no deben traslaparse
- Las rutas establecidas regularmente en días fijos de la semana reciben mayor cooperación de la comunidad.
- El proceso de determinación de rutas es esencialmente un proceso de prueba y error.
- Después de días o semanas de trabajo en los cuales se ha probado la ruta, ésta puede marcarse definitivamente en un plano de trabajo.
- Además de un plano de trabajo es recomendable la utilización de hojas separadas con diagramas de las posibles rutas.
- Si bien es recomendable un diseño regular y lógico, la topografía accidentada, limitaciones de calles estrechas u otras circunstancias determinarán modificaciones del trazo regular.



Una vez definidos los límites de las rutas, es necesario revisar para cada una de ellas la información sobre la cual se obtuvo su tamaño y corregir con base en la determinación ya más precisa de los tiempos de transporte. Esto implicará cambios menores en la conformación de las rutas.

Adicionalmente, la determinación de las rutas deberá estudiarse cada vez que haya cambios en los siguientes factores:

- Frecuencia de recolección
- Métodos de recolección
- Tamaño del equipo
- Tipo o tamaño del vehículo
- Sitio de disposición final
- Densidad de la población

Micro ruteo

En este proceso, se traza sobre la ruta ya definida cual es la trayectoria de recolección, desde su inicio hasta la terminación. Aún cuando existan métodos sofisticados para la solución de este problema, incluyendo la simulación mediante computadoras, son tan variables los factores que concurren a él que se prefiere utilizar ciertas reglas prácticas mezcladas con sentido común.

Estas reglas incluyen:

- Las rutas de recolección deberán empezar lo más cerca al garaje, tanto como sea posible.
- Las rutas deberán terminar lo más cerca posible del sitio de disposición final.
- Las calles de intenso tráfico no deberán ser recolectadas en las horas "pico".
- El servicio a calles sin salida puede efectuarse desde el segmento de calle principal que ellas interceptan. Se recolectarán cuando la calle sin salida quede a la derecha del conductor.
- Debe existir el mínimo número posible de cruces a la izquierda.
- Las calles sin salida que se recolecten se harán con servicio a pie.
- Se debe empezar la recolección por las partes más altas.
- Para recolección de ambos lados de la calle es preferible hacerlo en tramos largos sin vueltas.
- Aún cuando las rutas no deben traslaparse, en los límites comunes se pueden complementar unas con otras.
- Nunca se debe recolectar basura en contra vía.

Para ciertos tipos de configuración de manzanas, deberán emplearse patrones específicos de ruteo, algunos de los cuales se describen en las páginas siguientes teniendo en cuenta el cuadro de convenciones que se indica:



Inicia la recolección

Termina la recolección

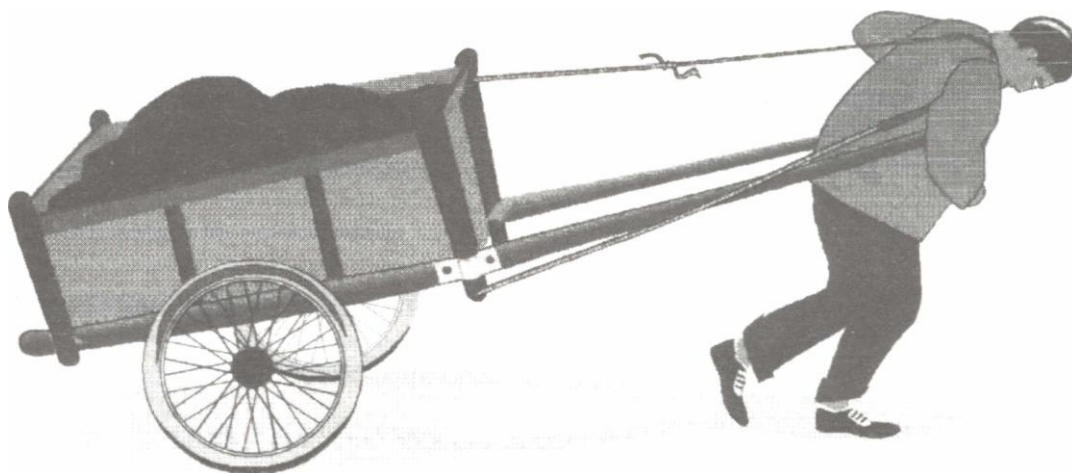
Recolecta basura

No recolecta basura

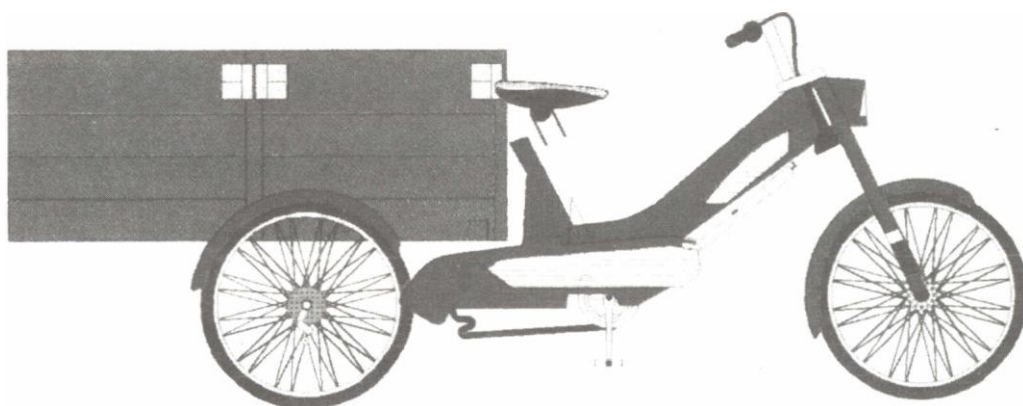
Sentido del tránsito del vehículo

En las ilustraciones y esquemas siguientes se presentan algunos tipos de vehículos utilizados en la recolección de basuras e igualmente algunos patrones para micro-ruteo.

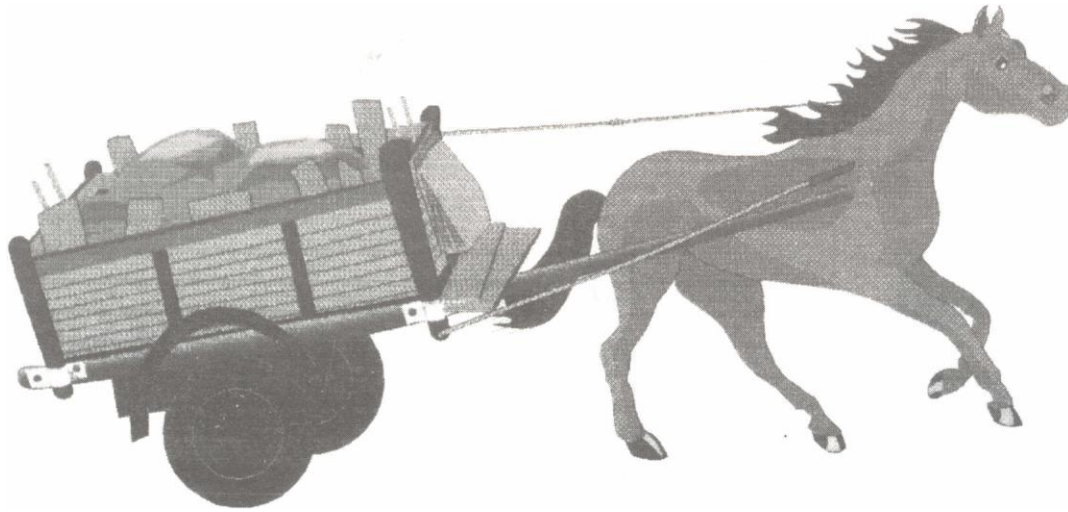
Carreta manual para trabajo pesado, apropiada para llevar fardos y sacos llenos al cliente, pero no para recolección de puerta a puerta. India.



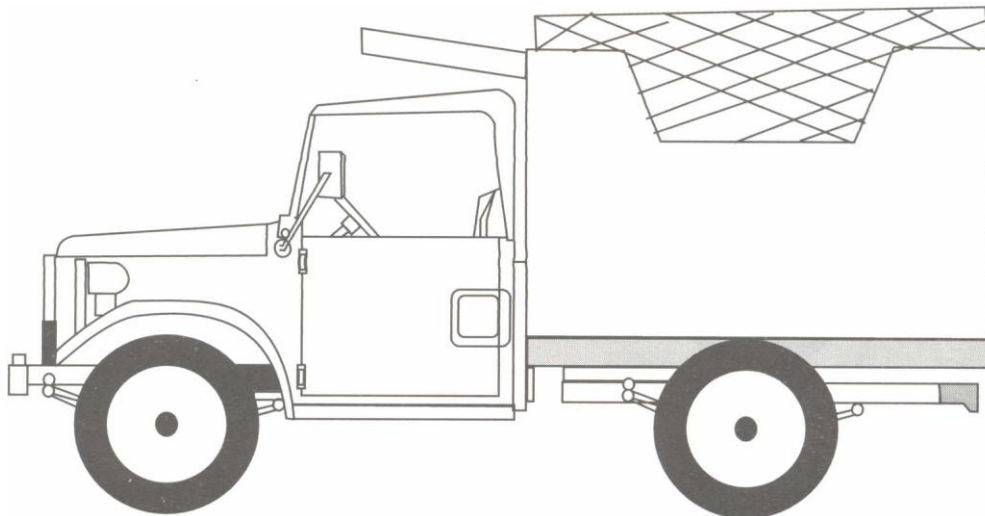
Carro Triciclo, apropiado para recolección de desechos de puerta a puerta. Perú



Carro con llantas neumáticas arrastrado por un animal. Puede llevar carga pesada de metal, fardos de papel plástico. Egipto



Volqueta liviana con malla liviana a los lados apropiada para la recolección de desechos. Kenia



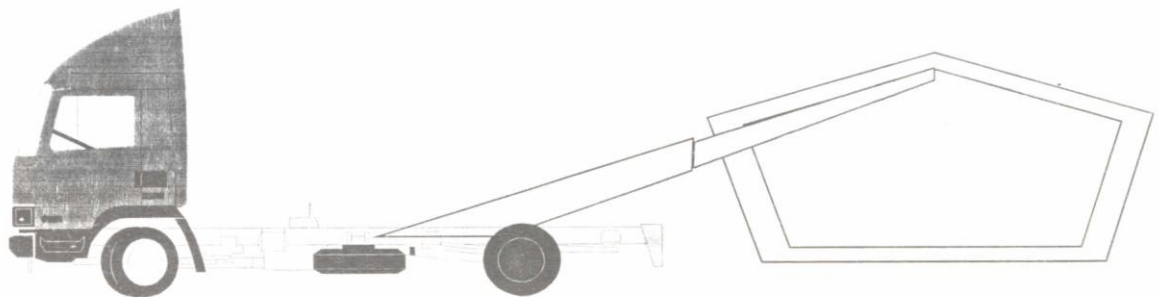
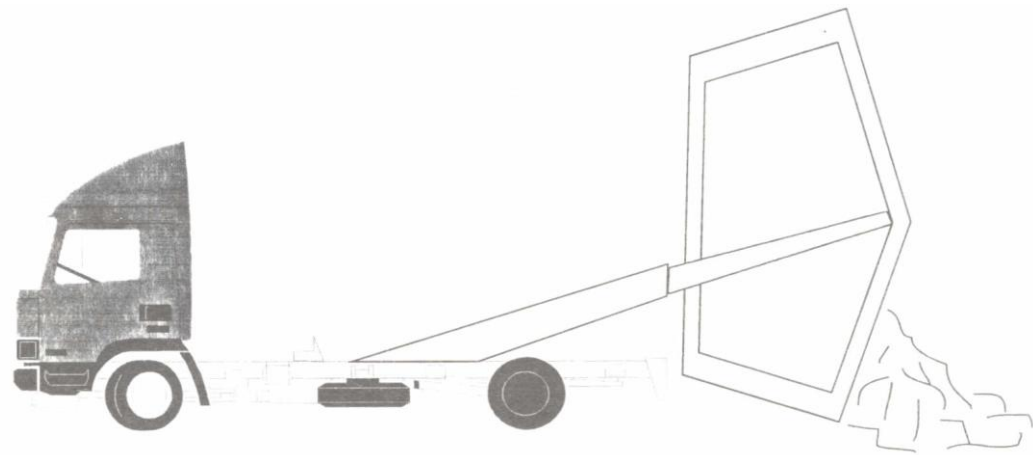
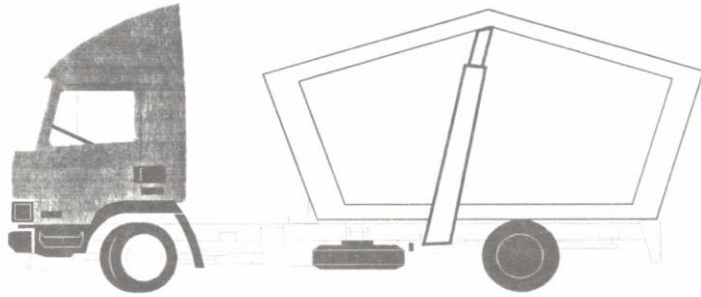
EQUIPOS UTILIZADOS EN ASEO URBANO

ESQUEMA DE UN CARRO GRUA

TIPO: Caja estacionaria

CARGUE: Cuatro costados

DERCARGUE: Por volcamiento

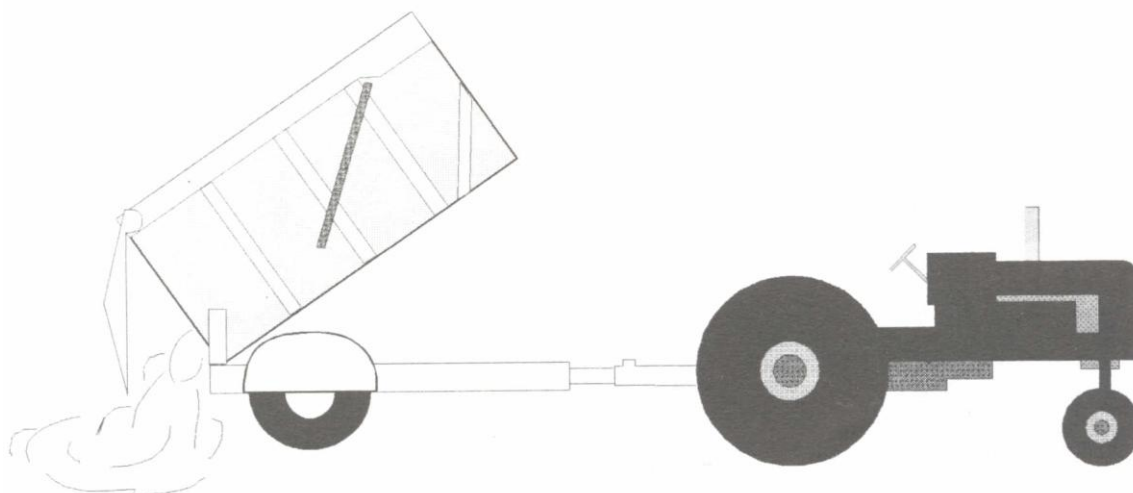
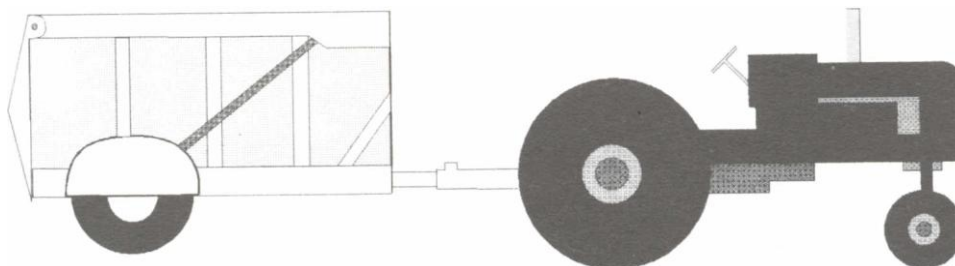


EQUIPOS UTILIZADOS EN ASEO URBANO
ESQUEMA DE UN TRACTOR CON REMOLQUE

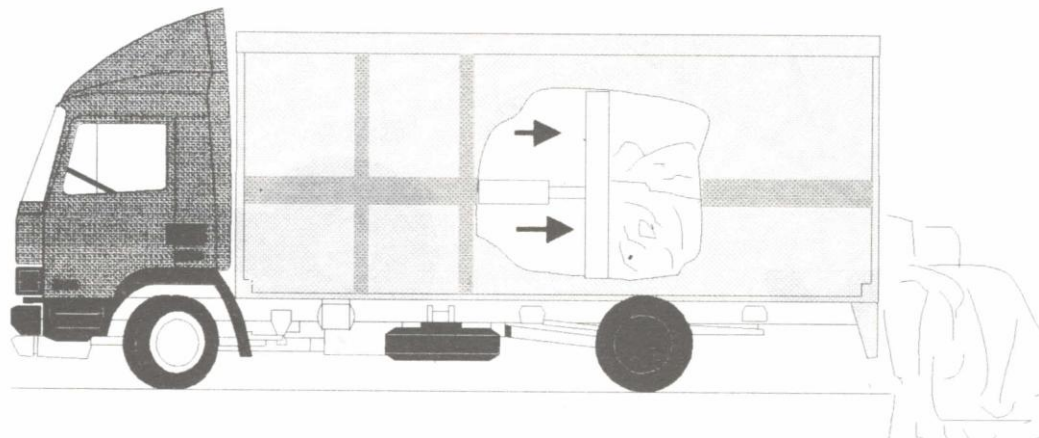
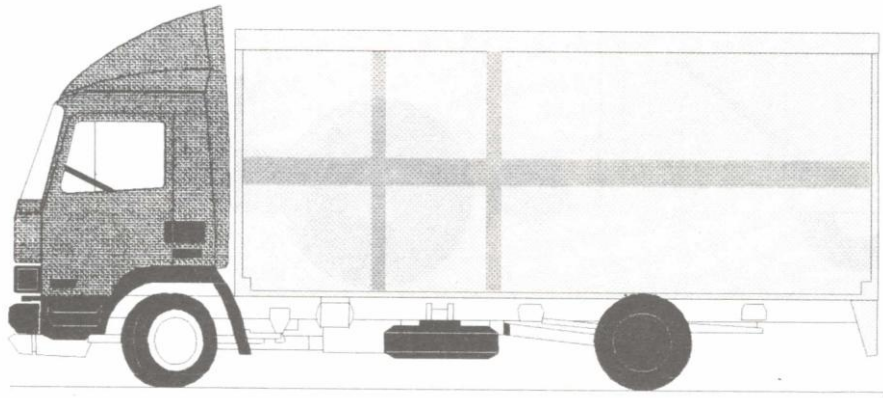
TIPO: Compactador

CARGUE: Trasero

DESCARGUE: Por volcamiento



EQUIPOS UTILIZADOS EN ASEO URBANO ESQUEMA
DE UN CARRO RECOLECTOR DE BASURA
TIPO: Compactador
CARGUE: Lateral
DESCARGUE: Por placa expulsora

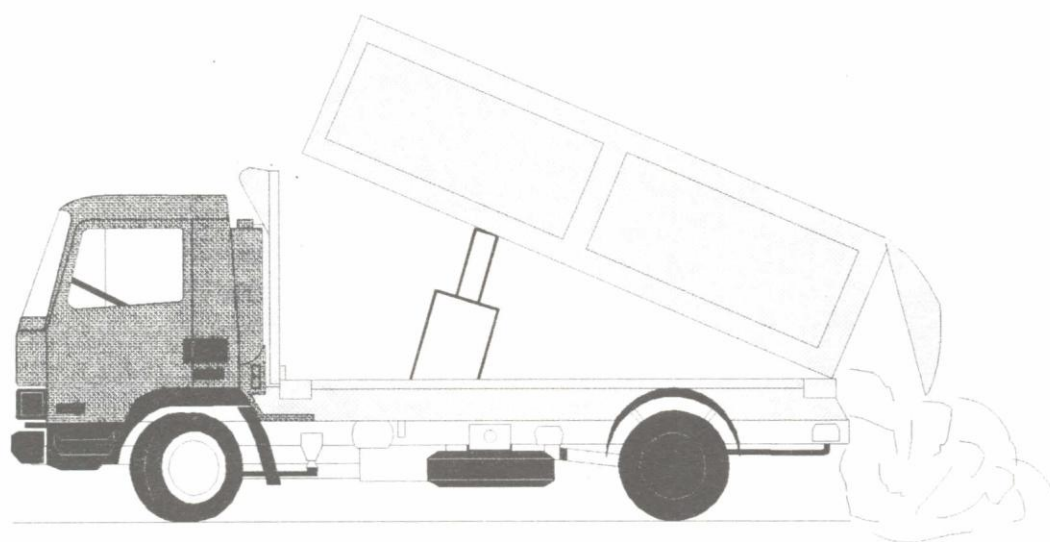
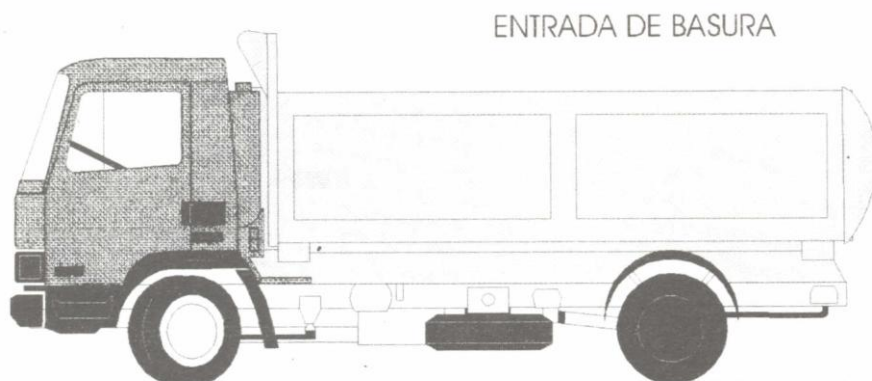


EQUIPOS UTILIZADOS EN ASEO URBANO
ESQUEMA DE UN CARRO RECOLECTOR DE BASURA

TIPO: Empujador

CARGUE: Lateral

DESCARGUE: Por volcamiento



EQUIPOS UTILIZADOS EN ASEO URBANO



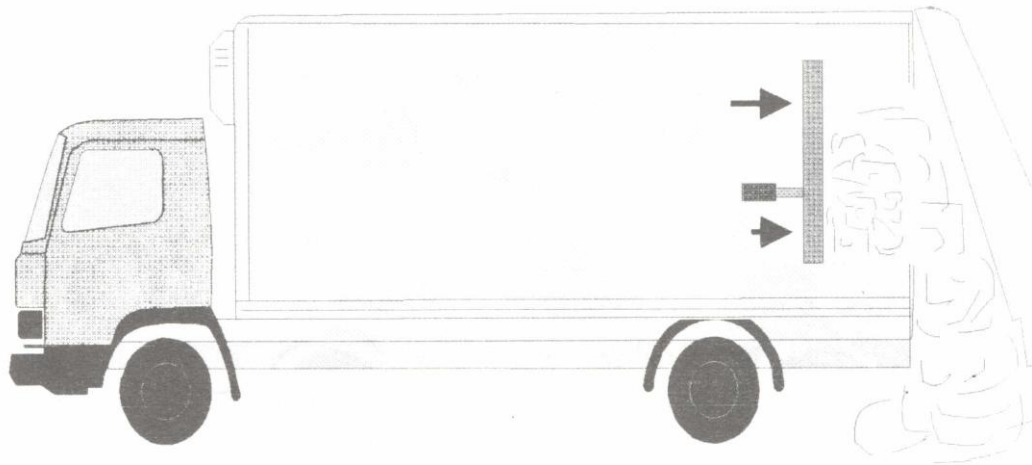
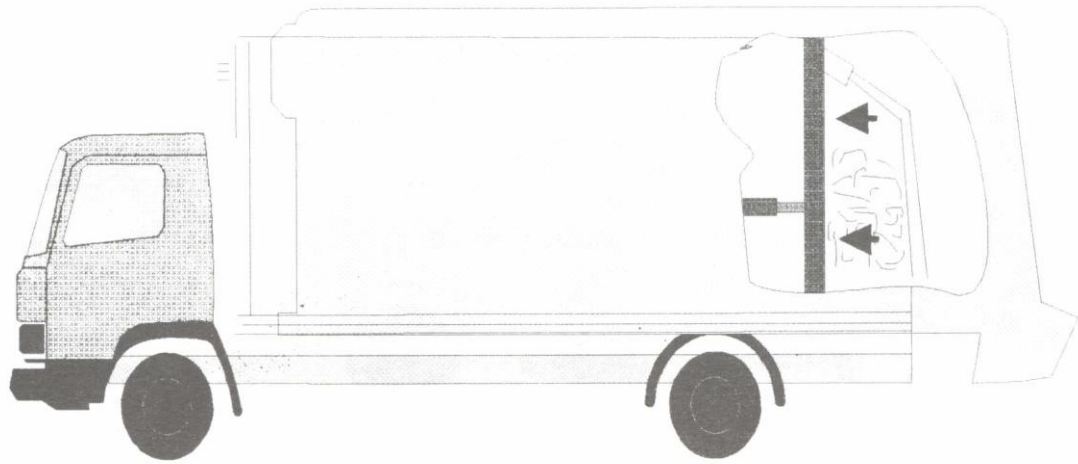
ESQUEMA DE UN CARRO RECOLECTOR DE BASURA

TIPO: Compactador

CARGUE: Trasero

DESCARGUE: Por placa expulsara

Nota. Obsérvese la posición de la placa al comenzar el llenado

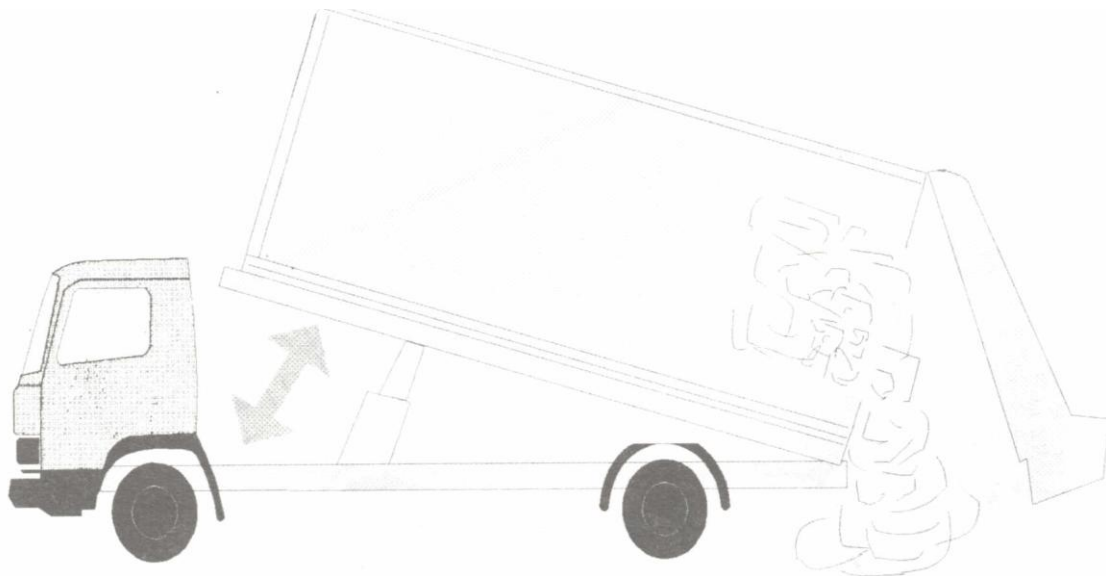
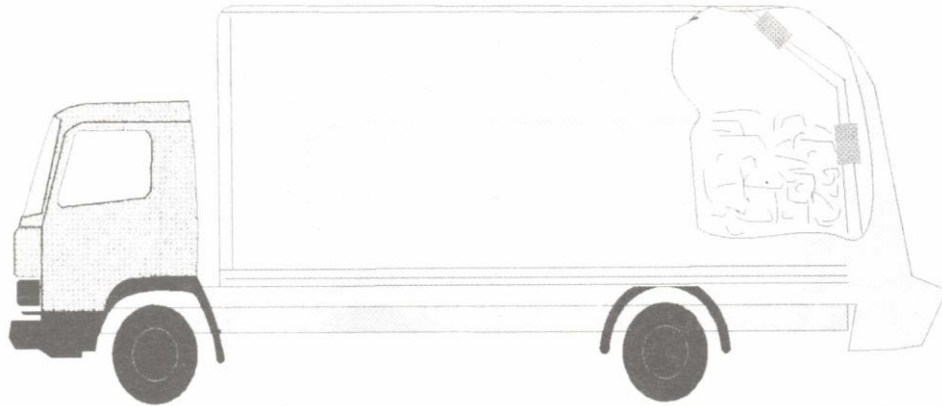


EQUIPOS UTILIZADOS EN ASEO URBANO ESQUEMA
DE UN CARRO RECOLECTOR DE BASURA

TIPO: Empujador

CARGUE: Trasero

DESCARGUE: Por volcamiento

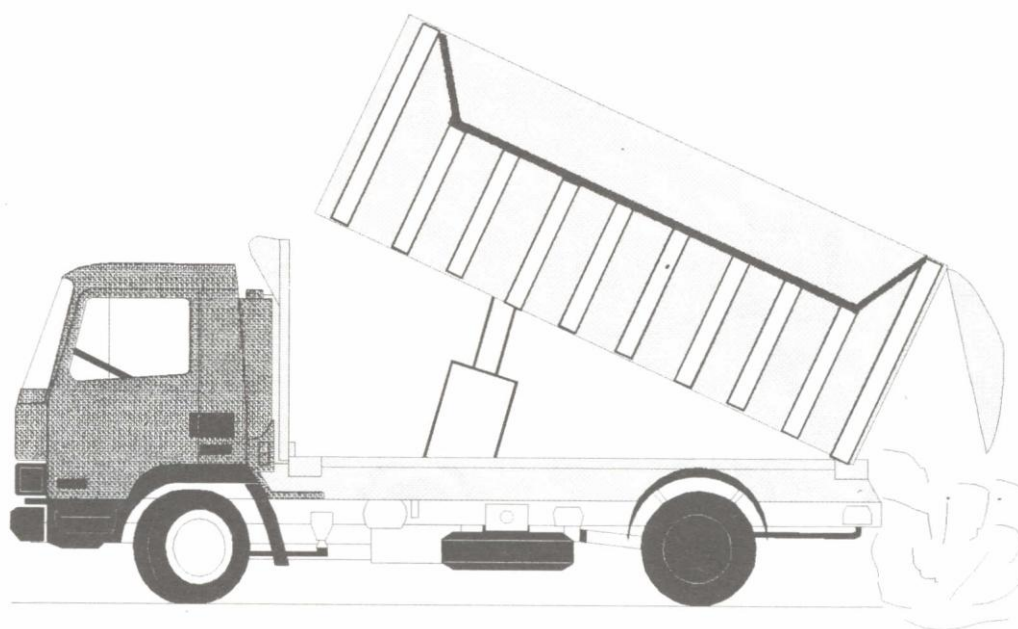
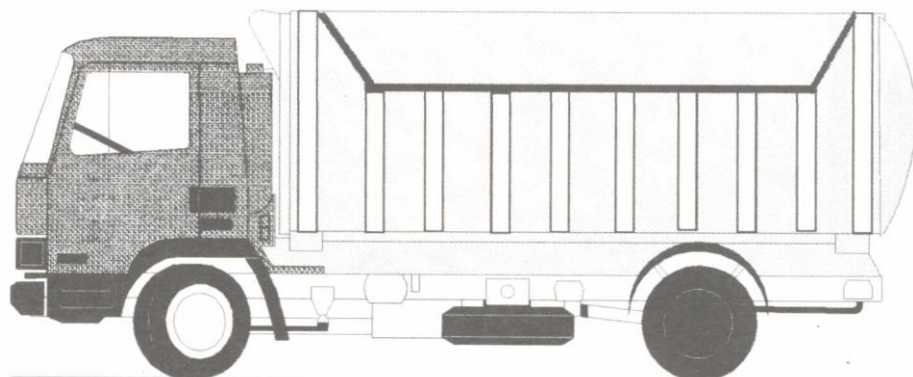


EQUIPOS UTILIZADOS EN ASEO URBANO ESQUEMA DE
UNCARRO RECOLECTOR DE BASURA

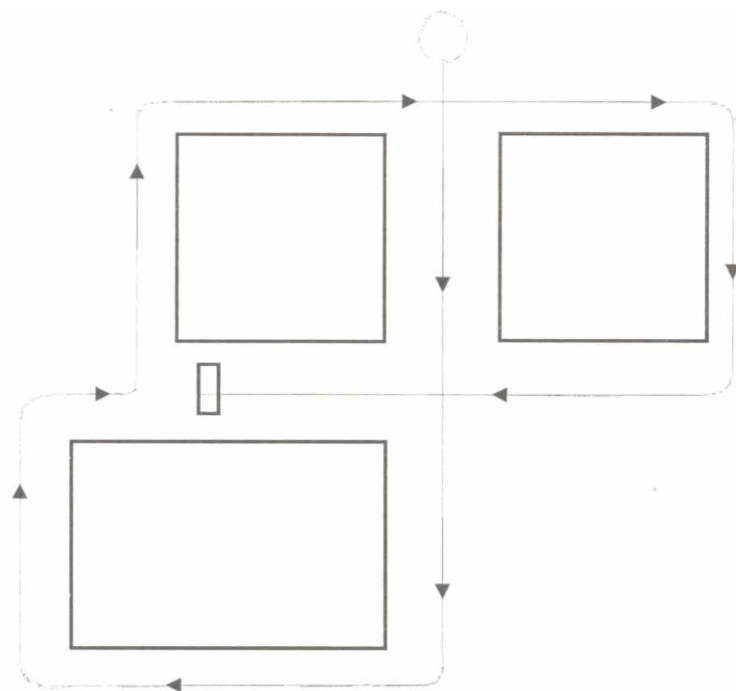
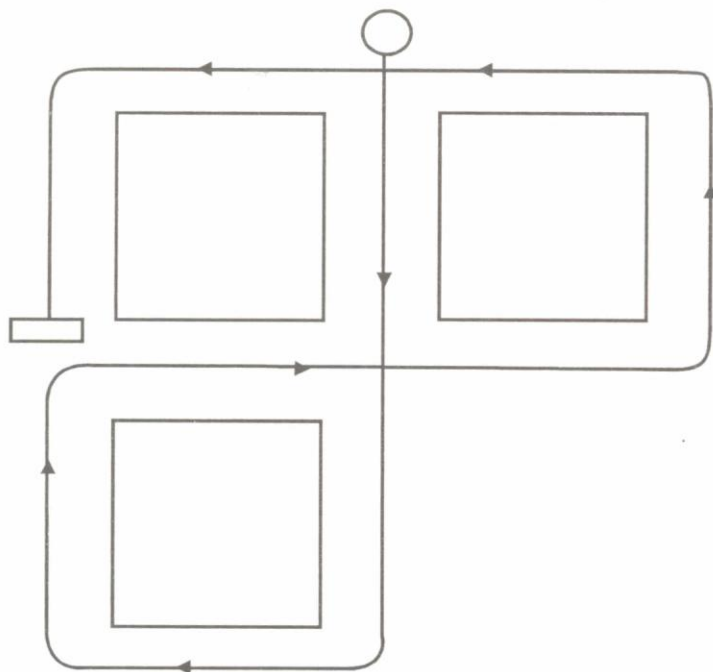
TIPO: No. Compactador

CARGUE: Superior

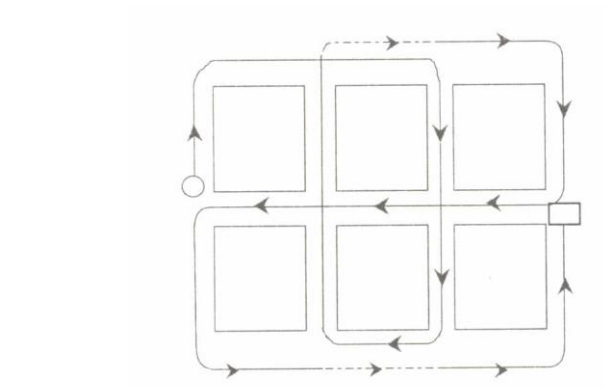
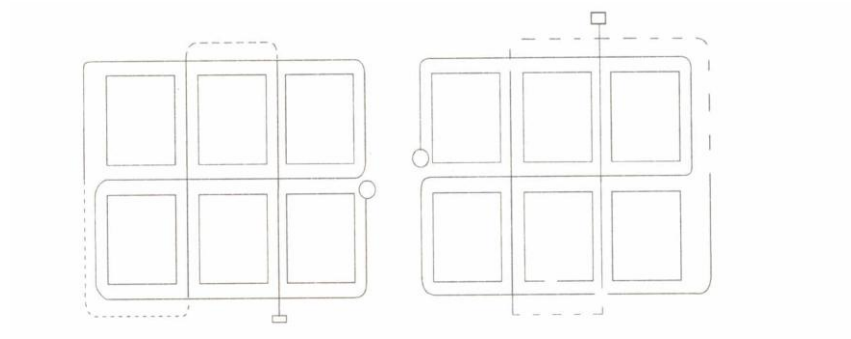
DESCARGUE: Por volcamiento



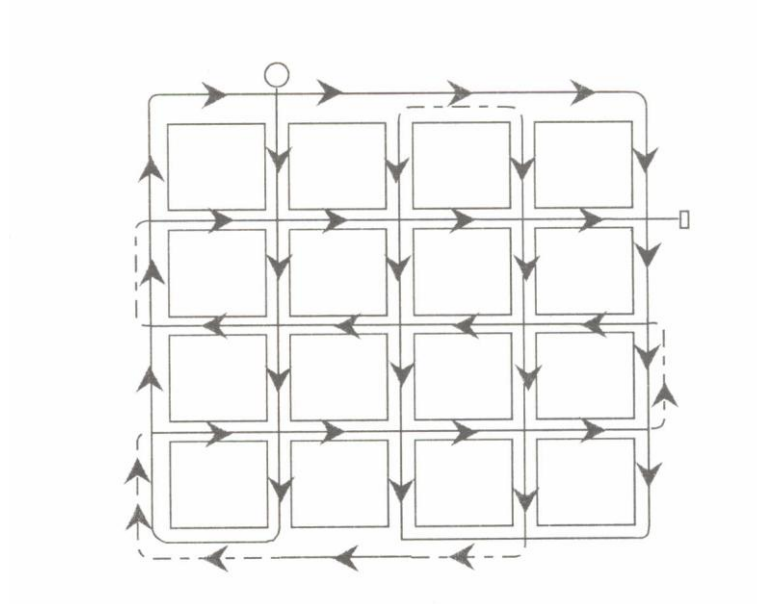
PATRONES ESPECIFICOS DE RUTEO



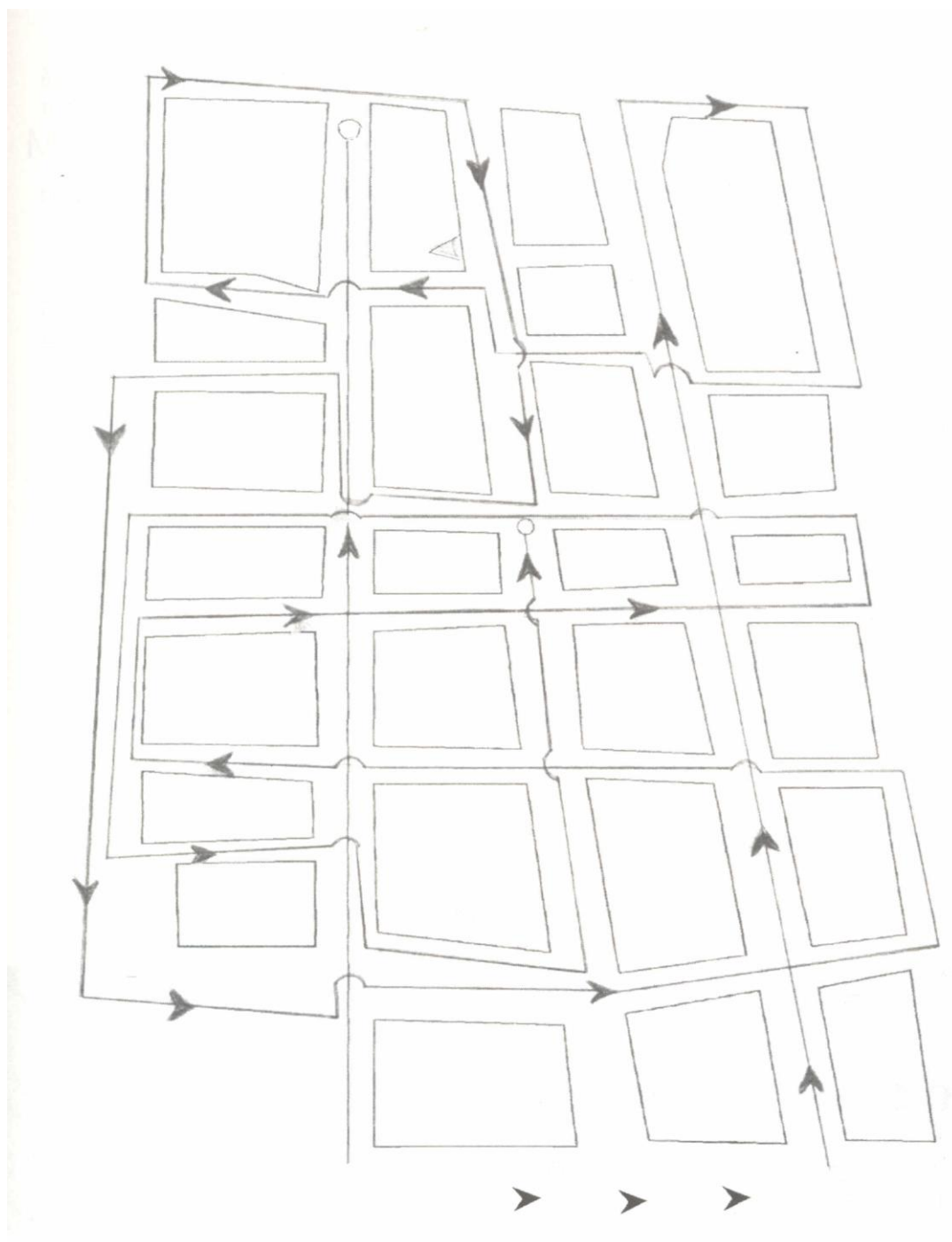
PATRONES ESPECIFICOS DE RUTEO



PATRONES ESPECIFICOS DE RUTEO



PATRONES ESPECIFICOS DE RUTEO



RESUMEN DE IDEAS

- Antes de iniciar un programa de trazado de rutas es necesario definir y aclarar todos los aspectos y políticas que encierre un plan de recolección: frecuencia, rendimiento, horarios, personal y vehículos.
- La frecuencia de recolección está determinada por criterios fundamentalmente sanitarios y está básicamente en función del período durante el cual los residuos pueden permanecer almacenados, sin descomponerse, en los locales donde son generados.
- La frecuencia de recolección debe ser convenida con la comunidad, y determinada en función de sus hábitos y costumbres, además de las implicaciones de costos.
- El rendimiento de la recolección es el tiempo que se tomará el grupo de personas que lo ejecute, bajo condiciones definidas, para recolectar una cantidad de basura. No existe fórmula que permita decidir para una ciudad o barrio cuál es el número óptimo de personas del equipo, debe estudiarse cada caso.
- Para comunidades pequeñas es recomendable considerar vehículos de tracción manual o animal. Para poblaciones mayores, se puede usar combinaciones con vehículos de tracción mecánica.
- El macro ruteo se inicia, sobre el plano de la ciudad, dividiendo la recolección en grandes zonas lo más homogéneas posibles en cuanto a sus características de producción de basuras, tipo de las mismas y topografía.
- El micro ruteo se hace sobre la ruta ya definida fijando la trayectoria de recolección desde su inicio hasta su terminación. Hay métodos muy sofisticados para determinarlo pero son tan variables los factores que intervienen, que debe recurrirse también al sentido común y a ciertas reglas prácticas.

PRÁCTICA DE CAMPO

Entrevistarse con los representantes del ente administrador de la localidad donde se realiza el evento y dialogar sobre la forma como se recolecta la basura y los criterios usados para tal procedimiento.

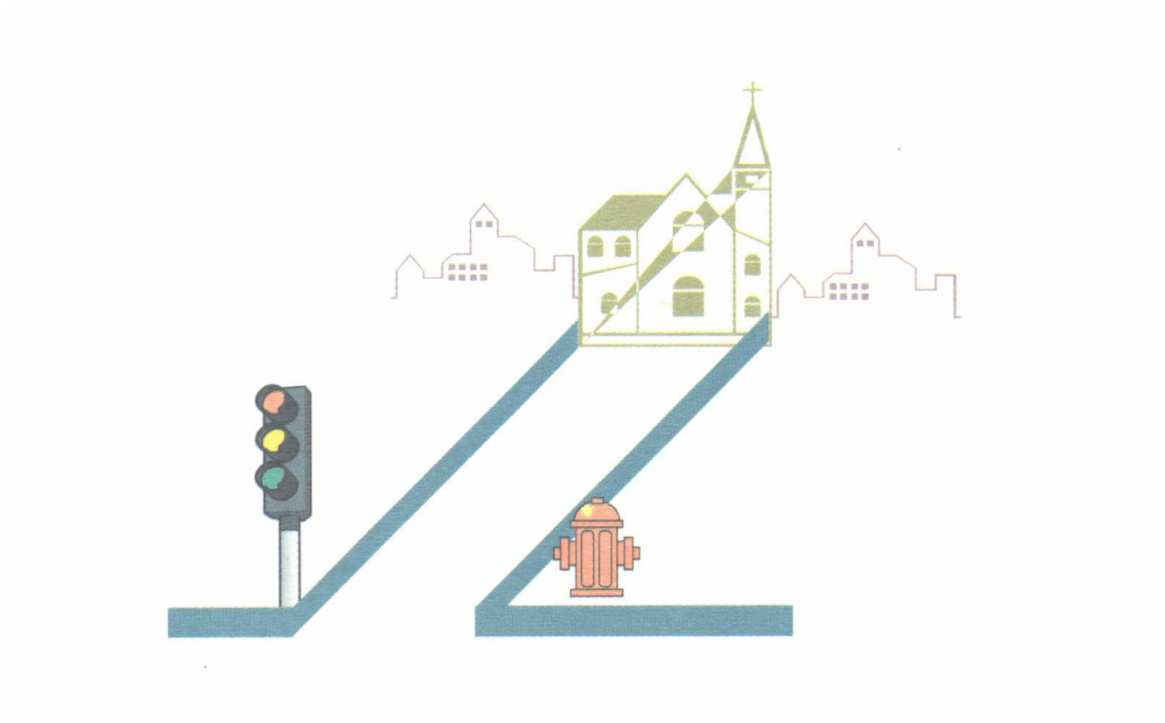
EJERCICIOS DE AUTO EVALUACIÓN

Por favor realice el ejercicio de establecer las condiciones de recolección y definición del macro y micro ruteo para su localidad.

Examine las ventajas y desventajas que encuentra en el uso de vehículos de tracción animal para el transporte de los residuos sólidos en su localidad.



**MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS EN
MUNICIPIOS
Curso básico**



**CAPITULO 5
BARRIDO DE CALLES V LIMPIEZA DE
ÁREAS PÚBLICAS**

TABLA DE CONTENIDO BARRIDO DE
CALLES Y LIMPIEZA DE ÁREAS

PÚBLICAS

Barrido manual	86
Preparación de rutas	88
Barrido mecánico	88



PRESENTACIÓN

Las tres grandes operaciones de una Empresa de Aseo Urbano tiene que ver con: - Recolección y transporte de los residuos sólidos

- Disposición final y

- Barrido de calles y limpieza de las áreas públicas

Este capítulo se ocupa de la última de éstas responsabilidades, normalmente subestimada por las Empresas de Aseo. Se presenta la opción de barrido manual y considerando la población objetivo del curso, solo se introduce el barrido mecánico.

OBJETIVOS

Al finalizar este capítulo Usted estará en capacidad de:

- Estimar el número de personas necesarias para realizar un barrido a mano en su localidad.

- Hacer las recomendaciones más adecuadas para establecer las rutas y micro rutas de barrido.



BARRIDO DE CALLES Y LIMPIEZA DE AREAS PUBLICAS

El aseo de las vías y lugares públicos comprende el barrido, la recolección y el transporte de los residuos arrojados a las calles y áreas públicas, en gran parte por la población y en menor volumen como producto de operaciones comerciales, industriales y como efecto de las lluvias y vientos propios de la región. El factor educativo, promovido mediante campañas y programas didácticos, en las cuales la comunidad participe mediante decisiones y procesos puede disminuir en alta proporción el problema de la limpieza de las vías y lugares públicos. Un factor importante, junto con la educación y la cooperación comunitaria, es la obligación de la Empresa prestadora del servicio de colocar recipientes recolectores de la basura de las vías públicas. Estos recipientes de tamaño entre 30-40 litros de capacidad, se colocan de manera que queden fijos a un sitio, con facilidades para su limpieza.

La frecuencia del barrido, depende de la cantidad de basura que se deposita; la frecuencia normal parece ser una vez a la semana para lugares con buenos depósitos estacionarios y cultura de la población; no se puede establecer una regla fija para el barrido de las calles; los alrededores del estadio municipal, por ejemplo, se deben barrer después del partido de fútbol, la plaza de mercado exige más barrido el día que habitualmente acostumbre a comprar el público; en resumen, la frecuencia del barrido es función inversa a las costumbres de la población, de la acción educativa conjunta entre comunidad y empresa y es función directa de la producción de residuos sólidos.

En general se pueden recomendar las siguientes frecuencias:

Zona comercial : 2 veces al día.

Zona central : 1 vez al día

Zona residencial : 3 veces a la semana

Barrido manual

Este tipo de barrido es tradicional: un hombre, una escoba, un carro de mano y una pala recolectora.

La escobas de fibra plástica o vegetal; la pala y el carro transportador puede tener diferentes modelos: parece que influye mucho el gusto o la costumbre de los barrenderos por la forma de palas y carros - los hay de ruedas grandes, pequeñas, intermedias- , ya que no se observa diferencia en el rendimiento de los obreros según sea uno u otro el tipo de carro de mano; al contrario, hay reacciones desfavorables cuando se les cambia el modelo.

En cuanto a la incidencia del género de los obreros, parece ser que en general el rendimiento de los hombres es ligeramente mejor que el de las mujeres; sin embargo se han presentado pugnas



por mantener el cargo y en estas circunstancias algunas mujeres igualan y superan la eficiencia de los hombres.

El número de personas por equipo también debe estudiarse; puede haber un obrero que barre, mueve el carro y recoge; dos obreros: uno que barre y otro que recoge y lleva el carro; tres obreros uno barre, otro que recoge y otro mueve el carro; la experiencia muestra que la mayor eficiencia se obtiene con una persona haciendo las tres labores.

La acción del barrido es por cada lado de la vía preferencialmente, por razones de seguridad, en sentido contrario del flujo vehicular. Primero barre un tramo, regresa la persona por el carro y la pala para recoger la basura, es decir que recorre tres veces el tramo que barre. El rendimiento es del orden de 250 metros/hora, es decir aproximadamente 2 kilómetros por jornada. Para obviar la dificultad de la pérdida de tiempo cuando se llena el carro y no se le recibe el producto de la recolección, se debe utilizar un talego plástico que se coloca previamente en el carro de mano; cuando éste se llena se le hace un nudo, se voltea el carro y se deja el talego a un lado de la vía para que lo recoja posteriormente un vehículo asignado a esta función; de esta manera el rendimiento puede aumentar considerablemente.

Para estimar el número de personas y vehículos de mano, es necesario conocer previamente la longitud de las calles por barrer, las políticas asignadas en cuanto al número de veces que se barre la calle por unidad de tiempo y el rendimiento de barrido.

Ejemplo: Se desea barrer manualmente las calles pavimentadas de una determinada población de acuerdo con los siguientes criterios:

Calles de zona comercial	2 veces / día
--------------------------	---------------

Calles de zona central	1 vez / día
------------------------	-------------

Calles de zona residencial	1 vez / semana
----------------------------	----------------

La longitud de las calles por barrer es la siguiente :

Zona comercial	10 kilómetros
----------------	---------------

Zona central	30 kilómetros
--------------	---------------

Zona residencial	80 kilómetros
------------------	---------------

Total	120 kilómetros
-------	----------------

Barrer las calles por las cunetas implica el doble de la longitud real, es decir:

Zona comercial	20 kilómetros
----------------	---------------

Zona central	60 kilómetros
--------------	---------------

Zona residencial	160 kilómetros
------------------	----------------

Total	240 kilómetros
-------	----------------



De acuerdo con las políticas de frecuencia de barrido la longitud diaria de barrido será:

Zona comercial : $20 \times 2 =$ 40 kilómetros / día

Zona central: $60 \times 1 =$ 60 kilómetros / día

Zona residencial : $160 \times 1/6 =$ 27 kilómetros / día

Total 127 kilómetros / día

Lo anterior equivale a enunciar que para mantener el barrido de 120 kilómetros de esa población es necesario barrer diariamente el 06% de su longitud. Para calcular el personal necesario para el barrido manual se puede utilizar la siguiente expresión:

$N_p = L / R$, en la cual :

N_p = número de personas necesarias

L = longitud que debe ser barrida, en kilómetros

R = rendimiento de barrido en kilómetros / jornada.

Para ejemplo, con un rendimiento de 2 kilómetros por persona - jornada se tendrá :

$N_h = 127/2 = 64$ personas

Preparación de las rutas

Para preparar las rutas es necesario conocer: la capacidad del o de los vehículos de barrido y sus características (normalmente es de 100 litros) ; la producción de basura, su peso específico y las horas de mayor producción; los planos actualizados de las vías pavimentadas y su estado, reglamentación sobre parqueo en vías públicas; la ubicación del garaje, del sitio de transferencia de la basura recolectada por el equipo mecánico o a otro tipo de vehículo o si es el caso el sitio de disposición final, y los sitios de cargue de agua.

En general, para la ejecución de las labores de recolección de aseo de vías no hace falta establecer grandes zonas de trabajo, ya que este se hace sobre la base de personas que, como ya se mencionó, alcanzan a trabajar aproximadamente 2 kilómetros por jornada.

En cambio las micro-rutas se establecen sobre la base de esta estimación. Una vez obtenida la información relacionada en el párrafo anterior, se procede a fijar las rutas mediante la determinación de la longitud en cada ruta. Esto debe hacerse en la práctica mediante el proceso de ensayo corrección hasta tener suficiente certeza de su funcionamiento para adoptarlos definitivamente y continuar con programas periódicos de supervisión para posteriores ajustes.

Al diseñar las rutas se deben tener en cuenta, las siguientes normas:



- Nunca se debe barrer en contravía
- Preferencialmente se debe diseñar el recorrido siguiendo la calle por la cuneta, con el menor número posible de cruces; los cruces a la izquierda y en U solo deben proyectarse en caso de externa necesidad.
- Se debe barrer, preferiblemente, en la dirección del viento.
- Se debe barrer, preferiblemente, en bajada.
- Se debe barrer en las horas de menor tránsito vehicular y peatonal.
- Antes de iniciar las operaciones, se debe colocar en el carro de mano un talego de plástico en el que se depositan los residuos recogidos.
- Cuando este talego de plástico se llena, se cierra con nudo y se coloca al borde de la vía, en donde debe ser recogida por un vehículo dedicado a tal fin.
- Estos talegos de plástico deben ser recogidos en el menor tiempo ^{f''} posible y en cualquier caso, en el mismo día.

Barrido mecánico

El barrido mecánico tiene un rendimiento superior al manual, siempre y cuando la vía esté bien pavimentada, tenga un buen alcantarillado de aguas lluvias y los vehículos no estacionen sobre ellas. Una barredora mecánica puede reemplazar el trabajo de 30 personas aproximadamente, pero en las condiciones de nuestras vías, es decir, sin buen pavimento, con muchos huecos, con residuos de arena y piedras de los fenómenos pluviales y con vehículos estacionados en las vías, la eficiencia de la máquina no puede reemplazar al hombre.

En muchos lugares donde sobra mano de obra, no se puede, desde el punto de vista social, reemplazar el hombre por la máquina. Esto es válido para todas las localidades especialmente para las menores de 60.000 habitantes ya que por su tamaño, no producen un volumen de residuos suficientes, para justificar económicamente estos equipos. Con mayor razón no se justifican socialmente los equipos mecánicos de barrido.



RESUMEN DE IDEAS

- La educación, a través de campañas y programas didácticos, involucrando a la comunidad en procesos y toma de decisiones, puede disminuir en alta proporción el problema de la limpieza de las vías y lugares públicos.
- El barrido manual es tradicional: un hombre, una escoba, un carro de mano y una pala recolectora.
La experiencia muestra que la mayor eficiencia se obtiene con una persona haciendo las tres labores: barrer, recoger y desplazar el carro.
- El número de personas y vehículos en el barrido a mano depende de: longitud de las calles a barrer, políticas asignadas sobre el número de veces que debe barrerse la calle por unidad de tiempo y rendimiento del barrido.
- Las micro rutas de barrido a mano se establecen por ensayo y corrección hasta tener certeza de su funcionamiento. Luego deben hacerse supervisiones periódicas para actualizar.
- El barrido mecánico es más eficiente que el manual siempre que: la vía este bien pavimentada, se tenga un buen alcantarillado de aguas lluvias y los vehículos no estacionen sobre la vía. En donde la mano de obra sobra no se debe reemplazar los hombres por una máquina.

EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN

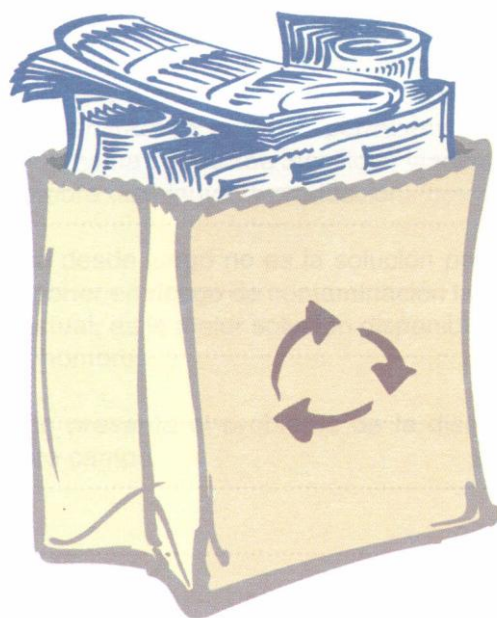
Le solicitamos que reflexione sobre los siguientes aspectos:

Usted va a coordinar una campaña educativa en su localidad buscando minimizar las basuras en las calles y demás zonas públicas, ¿en qué fundamentaría la campaña?

- Reflexione y enuncie su concepto sobre "lo público" y discútalo con sus compañeros
- Calcule el número de personas que se requieren para realizar el barrido manual en su localidad
- ¿Cómo se realiza el aseo de una calle sin pavimentar?

MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS EN MUNICIPIOS

Curso básico



CAPÍTULO 6

DISPOSICIÓN FINAL DE LAS BASURAS

TABLA DE CONTENIDO

DISPOSICION FINAL DE LAS BASURAS.....	94
Situación actual y perspectivas.....	94
Soluciones actuales.....	94
Soluciones futuras.....	94
Técnicas de reciclaje.....	95
Relleno sanitario.....	96
Tipos de rellenos sanitarios.....	97
Diseño de celdas.....	99
Material de cobertura.....	100
Ubicación del sitio para relleno sanitario.....	104
Operación del relleno sanitario.....	106
Relleno sanitario manual.....	110



PRESENTACIÓN

El problema de la disposición final de las basuras es antiguo; los griegos lo resolvieron a su manera cuando postularon el lema " aleja de ti la basura o enfermarás".

El hombre en un principio era nómada y con sus basuras totalmente orgánicas, contribuía al ciclo biológico llevando semilla, sembrando y abonando los terrenos; se civilizó y dejó sus basuras en "cualquier parte", creció la familia, los hijos se establecieron y apareció la vereda que restringió el espacio, es decir; ya la basura no se podía dejar en "cualquier parte".

Ante los problemas generados por los olores, vectores y humos provenientes de las basuras, el hombre tuvo que ceder y alejar sus residuos cada vez más; pensó en quemarlos y fracasó, en hacer compost y también fracasó, entonces pensó en el Relleno Sanitario que parece ser la solución, al menos hasta hoy, o hasta cuando se tecnifique la recuperación y la reutilización y, por supuesto, hasta cuando el hombre disminuya la producción.

El Relleno Sanitario desde luego no es la solución perfecta, porque entre otras cosas, significa *enterrar energía*, poner en riesgo de contaminación las aguas subterráneas y superficiales; pero con la tecnología actual, es la mejor solución disponible y debe hacerse causando el menor daño a la naturaleza y al hombre.

En este capítulo se presenta el problema de la disposición final, las técnicas actuales y le perspectivas en este campo.

OBJETIVOS

Al finalizar este capítulo Usted deberá estar en capacidad de:

- Reconocer y caracterizar las técnicas usadas para la disposición de desechos sólidos, sus ventajas y limitaciones.
- Formular una posición crítica frente al problema de la disposición final.
- Proponer un manejo integral de los desechos sólidos, combinando las técnicas del rehusó y reciclaje, con la disposición final.
- Aplicar la técnica del relleno sanitario en su localidad.



DISPOSICION FINAL DE LAS BASURAS

Situación actual y perspectivas

Soluciones actuales

El hombre hizo la primera rueda, los engranajes, la máquina, la caldera, las naves, llegó a la Luna y durante toda su historia ha hecho descubrimientos e inventos para vivir mejor, sin caer en cuenta que la contaminación para producir ese bienestar está poniendo en peligro su propia existencia.

La ingeniería ha dado respuesta a los problemas de la disposición final de los residuos sólidos; pero dicha sea la verdad las soluciones encontradas han sido para periodos históricos cortos; es así, como la incineración, que es uno de los métodos más antiguos, se desarrolló y tecnificó a finales del siglo pasado y se creyó que era la solución ideal porque reduce el volumen y peso, deja residuos inodoros, no combustibles, homogéneos, de mejor aspecto y sin valor para la procreación de insectos y roedores; pero creó otro problema el de la contaminación atmosférica, el cual unido a los altos costos del combustible, de construcción y mantenimiento de los incineradores, lentamente fueron eliminando este sistema, que ahora es útil solo para residuos especiales, como los hospitalarios.

Como solución a los problemas derivados de la incineración, la ingeniería desarrolló las técnicas del compost que en términos generales, es un método que acelera la descomposición biológica de los residuos hasta obtener un humus estabilizado. Estas técnicas se mejoraron en Europa entre 1920 y 1930 Y prácticamente reemplazaron los incineradores, hasta que se demostró que el producto final no tenía mercado y no podía competir con los fertilizantes y adecuadores de tierra comercial.

Ante estos problemas se pensó en los rellenos sanitarios como solución, pero, a largo plazo, este tampoco es el método idóneo; entre otras razones porque cada vez se dificulta más la consecución de terrenos aptos para relleno, porque la población crece rápidamente, porque la basura es cada vez menos biodegradable y básicamente por que los rellenos sanitarios están tapando el despilfarro de los recursos naturales.

Soluciones futuras

Se debe reconocer que formas *futuras* de solución al problema de la disposición final de los desechos sólidos, ya empezaron en el mundo y en Colombia. Algunas de tales formas son la reutilización y el reciclaje.

El primero consiste en volver a utilizar el material de desecho, por ejemplo una silla de madera; se vuelve a usar como silla de madera; una botella de vidrio, se lava y vuelve a envasar líquidos; por su parte el reciclaje, como su nombre lo indica es la utilización de los elementos; en nuestro caso, la silla de madera se le extraen los materiales y se utilizan en otros objetos como entrepaños de un armario, partes de una puerta; la botella se funde y se utiliza como elemento de otros artefactos y así sucesivamente.



Las técnicas de la reutilización y del reciclaje se utilizan desde hace mucho tiempo. En Estados Unidos, por ejemplo, la chatarra es la fuente, desde el siglo pasado, del 50% del plomo, 40% del cobre, 45% del hierro y acero y el 25% del zinc y del aluminio (Stacrelberger, D.; WHO pág.66); en Colombia no se ha cuantificado este aspecto, pero es un indicador que en todos los directorios telefónicos se encuentran compradores de chatarra. Con referencia al reciclaje del papel no se conoce el volumen del mercado en nuestro país, pero existen ya cooperativas especializadas en recolectar papel y venderlo a la industria que lo recicla.

El reutilizar y el reciclaje total de los residuos sólidos minimizan el problema de la disposición final, ya que solo habría que disponer lo que realmente no se utiliza.

Estos sistemas eliminan los problemas de contaminación ambiental: de aire por que no se justifica quemar lo que el hombre necesita, del agua por idéntica razón y de suelos por que el reutilizar y la re utilización prácticamente dejan muy poco material que pueda contaminar los suelos. La reutilización y reciclaje son una fuente de recursos naturales. Incluso se ha planteado la hipótesis que los residuos sólidos deben ser considerados como recursos estratégicos de metal, minerales y energía con potencialidad diversa y que la práctica actual de eliminación de residuos debe calificarse como despilfarro.

Las políticas gubernamentales deben estimular la reutilización y reciclaje de los residuos, incluyendo entre otras estrategias:

- Estímulos tributarios a las instituciones que reutilicen o residuos sólidos.
- Facilidad de inversión para nuevas industrias que recuperen materiales de los residuos.
- Creación de centros de recolección selectiva de materiales de los residuos tales como papel, vidrio, metales y otros reutilizables.
- Apoyo económico a la industria del reuso y reciclaje.
- Otorgamiento de prioridad, en algunas compras del gobierno, a todos los materiales reusados o reciclados.
- Aumento de gravámenes a todos los recipientes no recuperables.
- Disminución de las tarifas a las viviendas que entreguen sus basuras previamente separadas.

Técnicas de reciclaje

Las técnicas de reciclaje son variadas: unos tienden a hacerlo en la fuente y otros en centros especializados o en estaciones de transferencia. Los primeros tienen la ventaja de que el material se deteriora muy poco, pero presentan la dificultad de la falta de costumbre de la comunidad para efectuar en sus propias casas la separación de residuos.

En las estaciones de transferencia, el residuo entra a una tolva, pasa a una banda transportadora donde se recupera con personal especializado el papel, cartón, vidrio, metal no ferroso, plástico, textiles, y otros. Posteriormente con equipo electromecánico se recupera el material ferroso quedando entonces la materia orgánica putrescible y la materia inerte. Incluso la materia orgánica ya se está utilizando; después de homogeneizarla y pasteurizarla se usa como alimento para animales; algunos cálculos previos y aproximados indican que la proteína que se está eliminando actualmente en la basura colombiana alcanzaría para alimentar toda la producción industrial de cerdos y gallinas y posiblemente sobraría alimento para exportar.

En la actualidad se están estudiando y experimentando otros métodos de recuperación, principalmente:



Pirolisis: es la destilación seca de los productos orgánicos. Se diferencia de la incineración en la ausencia de oxígeno en el proceso. Un ejemplo de la pirolisis es al destilación de la madera para la producción de carbón vegetal. Por medio de éste método puede transformarse materia orgánica de poco valor en productos de alto valor energético.

Según Shlensinger et al. una tonelada de residuos que previamente ha sido seleccionada (recuperados minerales, metales y vidrio) y secada produce 500 metros cúbicos de gases (energía), 65 litros de aceites ligeros, 125 litros de líquidos (que destilándolos nuevamente son fuente de metanos, ácido acético, aceite, alquitrán, otros compuestos orgánicos yagua) y 70 kg. de residuos sólidos con un alto poder calorífico, bajo material volátil y contenido de azufre que lo hace una fuente de energía que no produce problemas de contaminación atmosférica.

Hidrogenación: la hidrogenación de la celulosa de los residuos la transforma en productos orgánicos combustibles. Algunos ensayos han dado rendimientos de 320 litros por tonelada de residuos y se ha visto la posibilidad de convertir cualquier tipo de residuo orgánico en combustible con bajo contenido de azufre.

Hidrólisis: por medio de la hidrólisis se transforman los residuos celulósicos en azúcares fermentables, recurriendo al empleo de ácidos a altas temperaturas; de éstos azúcares posteriormente puede obtenerse alcohol etílico, ácido cítrico y abonos.

Como conclusión se puede asegurar que la tendencia mundial actual es la de incrementar al máximo la recuperación o reciclaje de las basuras como única solución a éste problema, que enfrenta la humanidad.

La recuperación o reciclaje de los residuos sólidos disminuyen la producción por habitante de basuras; disminuyen los costos de la prestación del servicio de Aseo Urbano; disminuyen el deterioro de los recursos naturales porque minimizan su utilización, producen ingresos y son fuente de trabajo para las personas que laboran en estos métodos, producen divisas al país porque se deben importar menos materias primas. El re uso y reciclaje son perfectamente compatibles con la crisis mundial energética y estos métodos reincorporan al proceso productivo elementos que en la actualidad se están desperdiciando.

Relleno sanitario

El relleno sanitario es actualmente el método más económico y aceptable, desde el punto de vista de Salud Pública y protección del ambiente, para la disposición de los desechos sólidos domésticos, comerciales e industriales e incluso de los denominados peligrosos., La definición del método que la American Society of Civil Engineers, ASCE, ilustra sus principales características:

"Relleno Sanitario es una técnica para la disposición de la basura en el suelo, sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestias o peligro para la salud y seguridad pública, utilizando principios de ingeniería, para confinar la basura en la mínima área posible reduciendo su volumen hasta la cantidad practicable, para luego cubrir las basuras así depositadas con una capa de tierra diariamente, al final de la jornada, o tan frecuentemente como sea necesario".

Esta definición debe ser complementada con las posibilidades del relleno sanitario de manejar gases y lixiviados; de tomar en consideración aspectos de tipo estético y debe apreciar el potencial que brinda el método para recuperar terrenos o transfórmalos para usos comunales.

Tipos de rellenos sanitarios

Existen varios tipos de rellenos sanitarios; los tres principales son: relleno de área, relleno de zanja y relleno de rampa, los cuales tienen técnicas similares de operación. Normalmente, las condiciones y características de los terrenos exigen una operación combinada de los distintos sistemas, tendientes a un mejor aprovechamiento de la disponibilidad del terreno, material de recubrimiento y rendimiento de los equipos de operación. En este punto sólo se analizarán las características más destacadas de cada uno de los tres métodos principales de relleno sanitario.

a. Relleno sanitario tipo área

El relleno sanitario tipo área, normalmente se emplea cuando se dispone de terrenos con depresiones y hondonadas naturales y artificiales, canteras producidas por extracción de materiales como arena, arcilla, grava y otros similares. La operación del relleno sanitario de área tiene el siguiente método de trabajo:

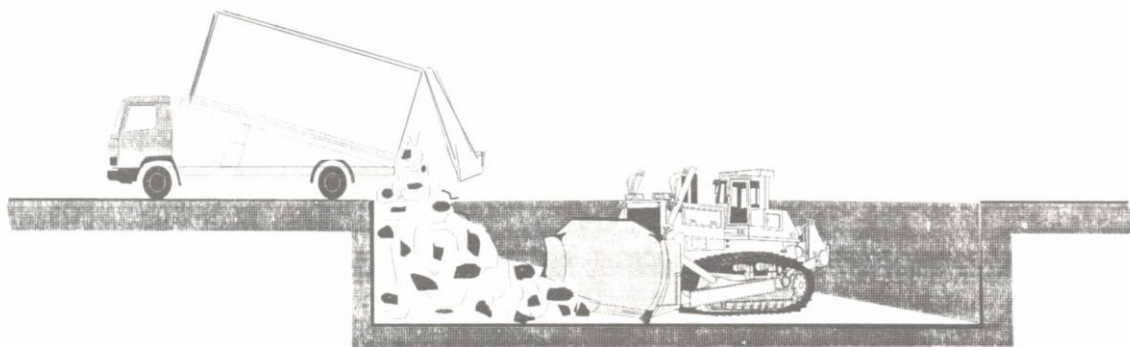
Los vehículos de recolección vacían los desperdicios directamente en el frente de operación.

Los desperdicios son esparcidos y compactados manualmente o por un tractor de oruga. Esta compactación se efectúa por pasadas repetidas sobre los desperdicios a medida que los vehículos van vaciando la basura en el frente de trabajo del relleno, compactación que se debe ir haciendo sucesivamente por capas de 0.30 m.

Recubrimiento de la basura compactada una vez terminada la operación diaria con una capa de material de cobertura de 0.10 a 0.15 m. Este material, en lo posible debe ser obtenido de los terrenos adyacentes al sitio de trabajo. Hay lugares que no permiten sacar tierra de recubrimiento apropiado y en ese caso se hace indispensable acumular cenizas, material de demolición, tierra proveniente de excavaciones locales, barrido de calles u otro que el mismo equipo empleado en el relleno pueda acarrear o cargar.

Recubrimiento superior o sello del relleno sanitario con una capa compactada de tierra o material similar de lo por lo menos 0.60 m de espesor, cuyo nivel altura final coincida con la cota indicada en los planos respectivos.

Siembra de los rellenos sanitarios con pasto de crecimiento rápido para evitar la erosión. Relleno sanitario tipo área

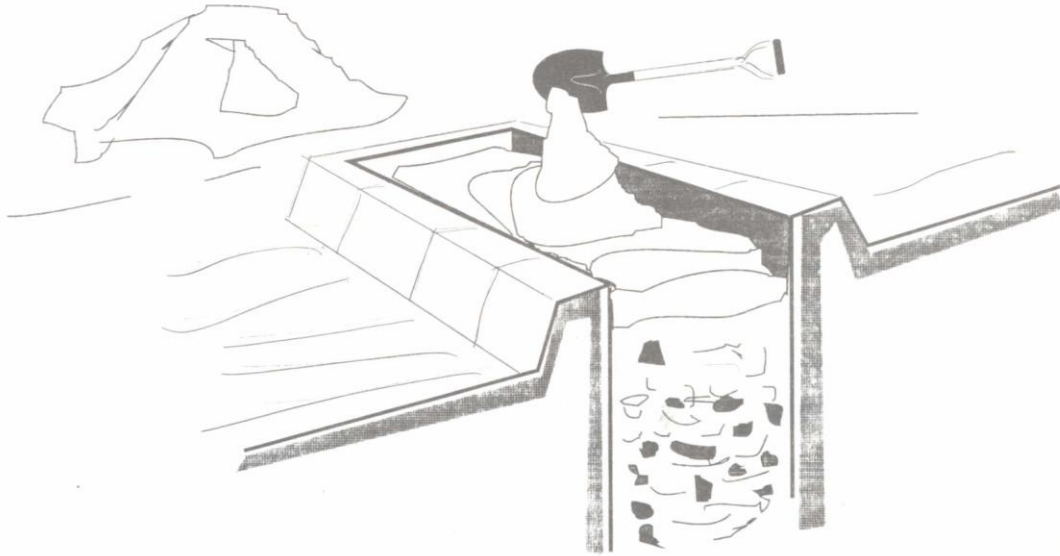


b. Relleno sanitario tipo zanja o trinchera

El método de operación del relleno sanitario tipo zanja, ver figura 6.2, se puede resumir en los siguientes pasos:

- Excavación de la zanja. La zanja o trinchera puede excavarse manual o mecánicamente por completo antes de iniciar en ella el vaciamiento de los desperdicios, o progresivamente a medida que avanzan los trabajos. Otras veces la zanja se excava diariamente con la capacidad requerida para disponer la basura del día siguiente. El sistema más apropiado lo determinan las condiciones locales, características del terreno y circunstancias operacionales.
- Las zanjas se hacen de 1.80 m a 2.50 m de altura y de un ancho de por lo menos el doble del tamaño del equipo de trabajo para facilitar la operación. Las zanjas suelen hacerse de 3.60 m a 10m de ancho, pero las dimensiones se determinan en cada caso particular.
- Vaciamiento de los desperdicios que ha transportado el vehículo de recolección en el frente de operación de la zanja.
- Esparcimiento y compactación de la basura manualmente o con un tractor de oruga.
- Recubrimiento diario con tierra proveniente de la excavación de la zanja en forma similar a la descrita para el relleno de área.
- Recubrimiento superior o sello del relleno sanitario en forma similar a la descrita para el relleno de área.
- Cambio de zanja. Una vez alcanzado el nivel deseado en toda la longitud de la zanja, se continúa el trabajo en una zanja adyacente separada por un muro de terreno natural de aproximadamente 0.90 m como muestra en la figura 6.2.
- Siembra del relleno sanitario, con pasto de crecimiento rápido, para evitar erosión.

Relleño sanitario tipo zanja

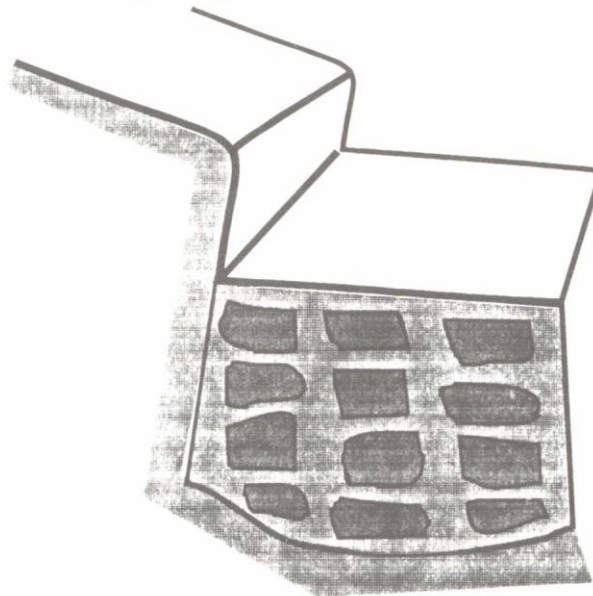


Relleno sanitario tipo rampa

El relleno sanitario tipo rampa, como se muestra en la figura 6.3, se opera en forma similar a los rellenos de área, pero los desperdicios descargados se extienden sobre una rampa, se apisonan y recubren diariamente con una capa de material de 0.10 m a 0.15m de espesor. La rampa debe tener una pendiente de unos 30 grados como se muestra en la figura 6.3. Terminada la operación y alcanzado el nivel previsto, se recubre con una capa de tierra o material similar de 0.60 m de espesor. El método de rampas se utiliza en terrenos de declive moderado. Puede planearse para ir formando escalones en terrenos de pendiente más o menos pronunciada haciendo pequeñas excavaciones para lograr el material de recubrimiento.

Figura

Relleno sanitario tipo rampa



Diseño de celdas

La celda en un relleno sanitario constituye la célula fundamental del mismo. Básicamente consiste en una masa de desechos compactos rodeados por una capa de tierra, lo cual permite obtener un aislamiento completo de las basuras con respecto al ambiente.

Las dimensiones y el volumen de las celdas que se aconseja formar con la basura diaria, dependerá de varios factores, principalmente de:

- Configuración del sitio que se va a rellenar, el cual determinará principalmente la altura de cada celda.

- La secuencia de la operación del relleno.
- El equipo utilizado.
- El volumen, la composición y la condición de los desechos recibidos en el relleno y
- La disponibilidad de material de cobertura.



Entre mayor sea la altura de una celda, menor será la necesidad de material de cobertura. La longitud de cada celda será opcional y dependerá de la cantidad de material de desecho dispuesto. El ancho estará limitado por el área o frente necesario para el funcionamiento del equipo de trabajo.

- El área de trabajo deberá ser diseñada con base en los siguientes requerimientos:
- Facilidad para el ingreso y egreso ordenado, rápido y seguro del equipo de recolección.
- Maniobrabilidad del equipo de relleno.
- El equipo no debe trabajar en dos frentes separados, solo debe haber un solo frente de trabajo.
- La descarga de basura se debe hacer en forma tal que permita mantener la compactación del material bajo control.

Una vez conformada una celda, se procederá a colocar la capa de material de cobertura.

Material de cobertura

a. Calidad del material de cobertura

Una de las diferencias fundamentales entre un botadero abierto y un relleno sanitario es la utilización de un material final que separe adecuadamente las basuras del ambiente exterior. Este es el material de cobertura que busca, además de lo anterior, confinar la basura compactada entre capas de tierra al final de cada período de operación.

En general, las propiedades de un material de cobertura deben ser tales que permitan:

- Prevenir la entrada de roedores a la basura confinada.
- Prevenir la presencia de moscas.
- Minimizar la entrada de agua a la basura.
- Suministrar una salida uniforme para los gases producidos.
- Controlar incendios.
- Dar una apariencia aceptable al relleno.
- Servir como base a las vías de acceso.
- Permitir el crecimiento de vegetación.

El material de cobertura debe controlar la entrada y salida de moscas, evitar las excavaciones de roedores en busca de comida y prevenir la presencia de aves que se alimenten de desechos.

Muchos suelos, cuando se compactan suficientemente, tienen una baja permeabilidad que puede utilizarse para controlar la introducción de agua que lava la basura confinada y produce contaminación del agua subterránea. El control de los movimientos de los gases producidos en el relleno sanitario.

es también una función importante del material de cobertura. Generalmente, se trata de darle una salida uniforme a estos gases a través del material de cobertura. Un suelo permeable, que no retenga mucha agua puede servir como un excelente material para lograr este efecto.

La arena limpia, la grava de tamaño uniforme y la piedra de poco tamaño pueden servir para lograr una buena ventilación.

La basura confinada entre capas de tierra compactada provee alguna protección contra la propagación de los incendios. La mayoría de los suelos no son combustibles y por tanto suministran barreras que confinan los incendios dentro de una determinada celda. Sin embargo, en el caso de presentarse un incendio antes de colocar el material de cobertura final, éste debe extinguirse previamente porque de no hacerlo, puede socavar la celda, provocar el derrumbe del material de cobertura y exponer la parte superior de la celda al fuego. El uso de un material de cobertura de baja permeabilidad, es un excelente medio para combinar los incendios de las celdas, puesto que minimiza el flujo de oxígeno hacia el interior.

Para mantener una operación limpia, se hace necesario controlar la producción de polvo. Muchos suelos pueden satisfacer esta condición pero las arenas finas y los limos sin suficiente cohesión y humedad puede ocasionar problemas de polvo. A menudo el material de cobertura debe ofrecer un buen soporte y superficie para el tráfico de los vehículos de recolección de basura que se mueven dentro del relleno sanitario.

El suelo usado como material de cobertura final, debe ser capaz de permitir el crecimiento de vegetación. Debe por tanto, contener algunos nutrientes y tener una gran capacidad de almacenar humedad. La arcilla es un material que es capaz de absorber grandes cantidades de agua, incorporarlo a su estructura y convertirse en impermeable, lo cual, la hace excelente para control de incendios. Sin embargo, no lo es para lograr los efectos de ventilación o para obtener una superficie de rodamiento, puesto que cuando está saturado, es difícil de trabajar y cuando se saca se contrae, produce grietas y es fuente de polvo.

En el caso de la grava, este material puede ser utilizado con buenos resultados para prevenir la presencia de vectores, además de ser excelente para la vía de acceso y para suministrar una capa permeable a la salida de los gases. Sin embargo, estas mismas propiedades la vuelven indeseable con respecto a la entrada del agua superficial al relleno o si se quiere tener vegetación. Es por tanto evidente que se quiere obtener todos los resultados deseables, es necesario producir una mezcla de materiales que logre uno nuevo con propiedades más aceptables.

De las consideraciones anteriores sobre el material de cobertura se puede concluir que uno de los parámetros principales para la escogencia de un sitio como lugar para la construcción de un relleno sanitario es el de la calidad del material de cobertura disponible.

Cuando esta calidad no es aceptable en los sitios para los fines que se pretende, la escogencia de él ocasionará dos graves problemas:

- La necesidad de traer desde otro sitio un material que pueda reemplazar o ser mezclados con el obtenido en el relleno.
- La necesidad de retirar el material sobrante.

Ambas condiciones ocasionarán un costo adicional que se puede convertir en la principal carga económica para la operación eficiente del relleno. La otra restricción con respecto al material de cobertura disponible en el sitio, es su cantidad, lo cual será discutido en seguida.



b. Cantidad de material de cobertura

En general, la cantidad de material de cobertura dependerá del tamaño de las celdas construidas, especialmente de la altura total de las mismas.

Dependiendo de la topografía que presente el terreno, se puede construir bloques verticales con varias celdas superpuestas (en la ciudad de Pereira se han alcanzado alturas de relleno hasta 25 metros, lo cual significa que por lo menos entre 10 a 15 celdas se puede superponer).

Como ejemplo para tener un estimativo de la cantidad de material de cobertura, se pretende un cálculo para 3 celdas superpuestas en el relleno, en las condiciones que se muestran en la figura 6.4.

Altura promedia de las celdas	2.0 metros
Espesor final de cobertura	0.60 metros
Espesor intermedio de cobertura	0.15 metros

Cantidad de material de cobertura compactada por unidad de área :

$$= (0.15 + 0.15 + 0.60) \text{ metros} = 0.90 \text{ metros}$$

Cantidad de basura compactada por unidad de área :

$$(2.0 + 2.0 + 2.0) \text{ metros} = 6.0 \text{ metros}$$

Relación, M, entre el material de cobertura y la basura dispuesta en la celda :

$$M = (0.90 \times 100) / 6 = 15\%$$

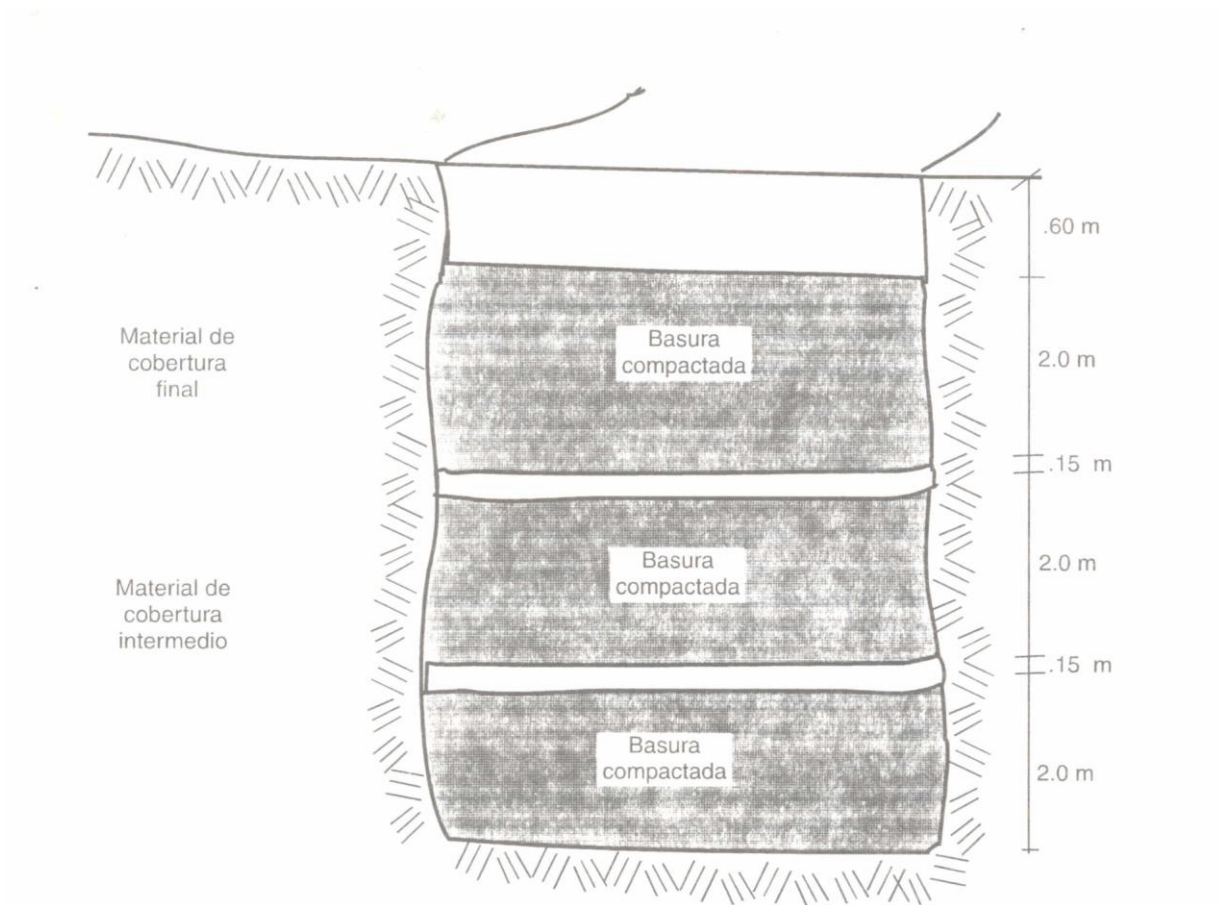
Se requiere una cantidad adicional de material para tapar provisionalmente los costados de la celda, por lo cual, se debe aumentar en un 5% los requerimientos de tierra.

Al final, se podrá observar que aproximadamente la relación entre basura y tierra es de un 20%.

En el ejemplo anterior hay que tener presente que el cálculo de la relación volumen: basura - tierra, se hizo para tres celdas superpuesta. Cuando se superponen 2, o únicamente se construye una celda, esta relación aumentará. Inversamente a medida que se superponen más celdas, la relación disminuirá.

Como conclusión, podemos establecer que se necesita más material de cobertura en la medida que el relleno tiene menos profundidad. De ahí que en los rellenos con grandes hondonadas (tipo área) , los ,requerimientos de material de cobertura son menores y, además, las posibilidades de obtenerlo del mismo sitio, son mayores haciendo corte en las laderas de las depresiones.

Cantidad de material de cobertura



Conviene aclarar, que las relaciones de basura y tierra han sido establecidas una vez que ambas, han sido acomodadas y compactadas en la celda. Esta aclaración es importante, pues existirán rellenos donde será necesario importar el material de cobertura. En estos casos, habrá que especificar si la cantidad de material requerida es en banco (en el terreno), suelto o compactado en las celdas, para lo cual, deberá tenerse en cuenta los coeficientes de expansión y compresibilidad utilizados en movimientos de tierra.

Generalmente, cuando se extraen materiales de cobertura del mismo sitio, del tipo arcillas y arenas, el volumen en banco es sensiblemente igual al volumen en la celda. Por lo tanto en estos casos, no se deben afectar los cálculos de volúmenes por factores de expansión o compresión volumétrica.

c. Colocación del material de cobertura

El plan de operaciones del relleno debe especificar qué suelo va a utilizar, en dónde y cómo va a ser obtenido y cómo va a ser colocado sobre la basura compactada.

Las capas de material de cobertura que se apliquen sobre la basura dependerán del tiempo de exposición del material a la acción del viento y del agua. La tabla siguiente suministra una guía para los espesores necesarios.



Material de cobertura	Espeso mínimo (metros)
Diario	0.10 a 0.15
Final	0.40 a 0.60

d. Cobertura diaria

Las principales funciones del material de cobertura diaria son las de controlar la presencia de vectores (insectos, roedores, principalmente), papeles y otros residuos volantes, incendios y humedad. Esta capa, de general 0.10 metros a 0.15 metros de espesor, es colocada sobre la basura final de cada jornada de operación. En lo posible debe ser colocada en la parte superior y en los lados de la celda, a medida que la construcción de esta avanza y en tal forma que solo el frente de trabajo se mantenga descubierto.

Sin embargo, esto puede ser difícil, debido a las condiciones de disponibilidad de recursos por lo que se recomienda, hacerlo al final de la jornada, para no dejar basura al descubierto.

e. Cobertura final

Sus funciones son las de dar un soporte para el crecimiento de vegetación. Por tanto, debe utilizarse un espesor entre 0.40 metros a 0.60 metros, colocado preferiblemente en capas sucesivas compactadas individualmente. Una buena práctica es la de colocar el material final en dos etapas: una inicial de 0.25 metros directamente sobre la basura compactada y después de un mes se coloca una capa similar sobre la primera.

En esta segunda etapa, además de compactar, se tendrá cuidado en rellenar las partes que se hubieran asentado más rápidamente y así obtener una buena superficie final.

Ubicación del sitio para relleno sanitario

La primera acción que se debe desarrollar para ubicar un relleno sanitario, es conocer el área general donde se puede localizar, si es en el municipio, o dentro de los municipios vecinos; es lógico que si nadie quiere aceptar que el relleno sanitario debe existir, no se puede ubicar; es indispensable, y aunque parece obvio, resolver el primer problema que se presenta: el relacionado con los límites de ubicación del relleno sanitario, en lo cual la participación de la comunidad es vital. Para ubicar un relleno sanitario es indispensable tener información en el área de estudio, por lo menos, sobre:

Espesor del suelo: para conocer la posibilidad de extraer material de cobertura en el sitio o en los alrededores; el espesor del suelo también es importante porque indica cuánto se puede profundizar el relleno sanitario antes de llegar a la roca madre.

Un relleno sanitario debe estar localizado preferencialmente sobre una capa de suelo de más de 9 metros de espesor; nunca se hará en un lugar donde el espesor sea menor de 2 metros por lo escaso del material de cobertura y la posibilidad de llegar con los lixiviados a la roca madre dura que los puede transportar a otros lugares, contaminando fuentes de agua subterráneas o superficiales.

Pendiente: es importante para pre diseñar las vías de acceso, las vías internas y la operación del relleno.

Un relleno sanitario debe estar localizado preferentemente en terreno con pendiente entre 3% y el 12%; no debe estar ubicado en sitios con pendientes mayores del 25% por las dificultades de operación; los que tienen pendiente menor del 3% generalmente son difíciles de manejar por las aguas de escorrentía y los lixiviados; los terrenos con pendientes entre el 12% y el 25% presentan pequeñas dificultades para la operación del relleno.

Textura del Suelo: para efecto de ubicar los rellenos sanitarios la textura es importante porque es un indicador de impermeabilidad; se prefieren los finos en el fondo del relleno sanitario y en la superficie si ese mismo material se utiliza como cobertura; la textura también tiene relación con la reacción del suelo con la basura.

Los mejores terrenos son, los arena-lima-arcillosos (arena gruesa gredosa, greda franco arcillosa) se pueden aceptar en segundo término los limo-arcillosos (franco limoso pesado, franco limoarcilloso, arcillo-limoso liviano) ; en tercer término están los arcillo-limosos (arcilla limoso pesado y arcilloso) y por último es mejor evitar los terrenos arena limosos (franco arenosos) porque, entre otros, son muy permeables.

Permeabilidad: para decidir sobre la aceptación o rechazo de un posible sitio de disposición final, es necesario conocer previamente la permeabilidad de los suelos. Un terreno ubicado en un lugar muy permeable puede aumentar los costos porque obliga a utilizar arcilla impermeable o geomembranas o simplemente por la posibilidad de contaminar las aguas subterráneas.

Una permeabilidad menor que 0.00001 cm/s, se puede considerar aceptable; si es mayor, el terreno se debe desechar o estudiar la alternativa de utilizar impermeabilizantes.

Humedad: interpreta la altura de la tabla de aguas o la altura dominante del nivel freático; se debe tener presente que a mayor humedad de los suelos se tendrá mayor producción de gases y lixiviados.

Para ubicar un relleno sanitario se debe buscar primero los suelos bien drenados con la tabla de aguas a más de 3 metros de profundidad durante todo el año; en segundo término pueden aceptarse los moderadamente bien drenados o sea los que parte del año, la tabla de aguas está entre 0.50 m y 3m.

pH o Reacción del Suelo: mide la capacidad de intercambio iónico entre la basura y el suelo. Los suelos de textura pesada (alto contenido de arcilla) tienen alta capacidad de intercambio y de amortiguación; al contrario, un suelo de textura arenosa u ordinaria tiene baja capacidad de intercambio.

Se prefieren los terrenos con $\text{pH} > 6.0$; en casos extremos se pueden aceptar terrenos con pH entre 5.5 y 6.0; es preferible no utilizar los terrenos con $\text{pH} < 5.5$.

Riesgos especiales: se consideran algunos riesgos de cuidado especial. Evidentemente no se deben utilizar terrenos inundables o terrenos con deslizamientos o asentamientos.

En resumen, la mejor ubicación para un relleno sanitario es el área que tenga una profundidad mayor de 9 metros desde la superficie hasta alcanzar la roca dura; que sea un suelo con una pendiente del suelo entre 3% y 12%; que sea bien drenado y con la tabla de aguas a más de 3 metros durante todo el año; que la permeabilidad sea baja, menor que 0.00001 cm/s; que sea un suelo de arena gruesa gredosa; que tenga un $\text{pH} >$ que 6.0; que no se inunde y que no tenga tendencia a sufrir deslizamientos ni asentamientos.



Operación del relleno sanitario

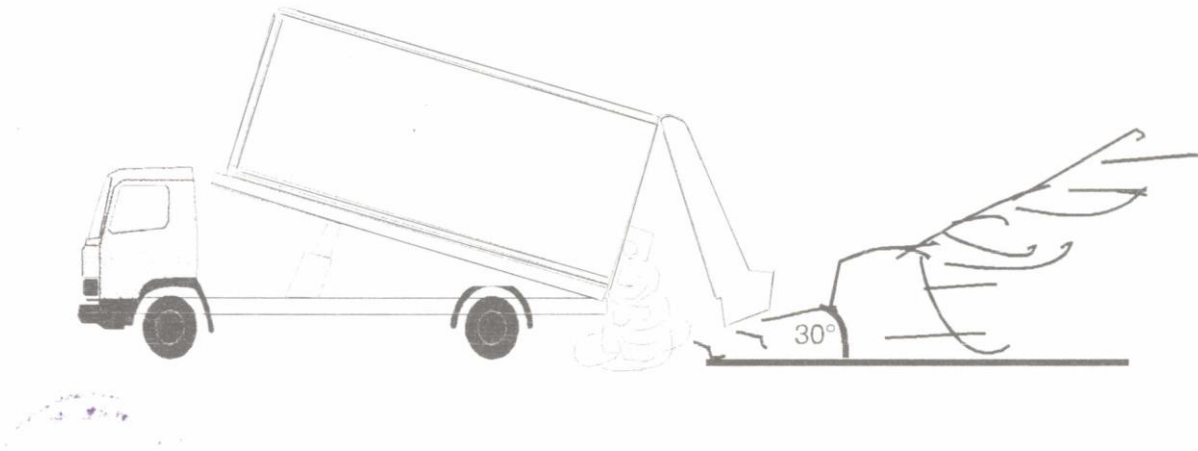
a. Procedimiento de descargue

Diariamente el supervisor del relleno sanitario, debe colocar señales indicando la celda donde se depositará la basura. En el frente de trabajo, siempre se descargará en la parte inferior, como se muestra en la figura. Inmediatamente después, se esparce la basura en capas de 0.30 metros y la compacta según lo indicado anteriormente.

b. Control de vectores

La presencia de vectores es un indicador de mal manejo del relleno sanitario. Los vectores se eliminan con una buena operación y no con insecticidas ni raticidas que aunque momentáneamente disminuyen el problema, a mediano y largo plazo lo aumentan por los cambios biológicos que producen. En el caso posible que se presenten vectores, se debe revisar el relleno sanitario y en aquellas áreas deterioradas que sean el hábitat de los vectores, se colocará una nueva capa de 0.20 m de material de cobertura con nueva compactación.

Relleno sanitario descargue de basura en el frente de trabajo

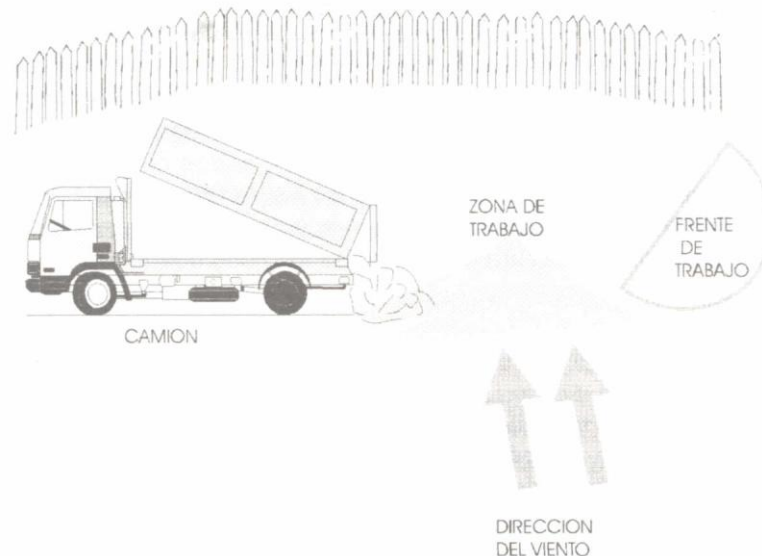


c. Control de papeles y plásticos

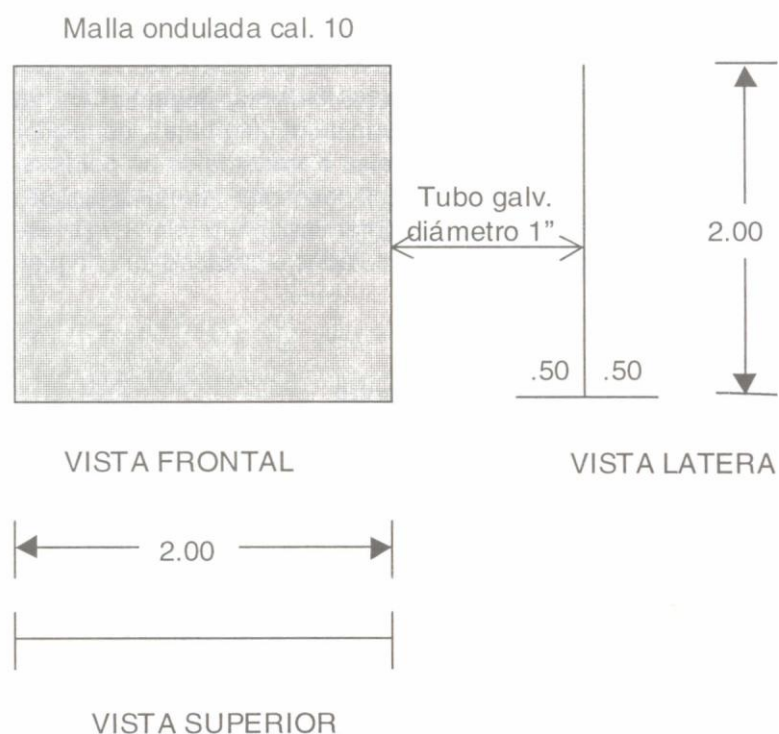
Para controlar los papeles y plásticos que transportan el viento en la operación de vaciado, siempre se debe mantener en la dirección de donde provenga 4 o más mallas de alambre, como se indica en la figura, para que capten los materiales que son arrastrados; estas mallas se pueden hacer de alambre calibre 10 con huecos de 2"; longitud de 2 metros y altura de 2 metros con los detalles mostrados en la figura.

Diariamente se debe limpiar las mallas y disponer en el frente de trabajo, los elementos captados. Se cuidará que las mallas se mantengan en su posición; cuando cambie la dirección del viento se harán inmediatamente las variaciones correspondientes.

Figura Relleno sanitario protección contra el viento.



Se debe tener cuidado de recoger los plásticos que el relleno expelle a la superficie por acción de los gases que se producen. Estos plásticos se deben capturar diariamente, por ejemplo con un palo puntiagudo, y enterrar en el frente de trabajo.





Prevención y protección contra incendios

En el relleno sanitario no se deben quemar basuras. En caso estrictamente necesario se tomarán todas las precauciones para prevenir un posible y siempre peligroso incendio.

Si se llega a presentar un incendio en la basura, se procederá a su control, tapándolo con material de cobertura y después de apagado, se compacta para continuar el proceso de tal manera que sobre la zona apagada se mantenga un estricto control y así evitar los re incendios. Es recomendable clasificar la basura de tal manera que sobre la zona apagada se coloque basura húmeda de carácter putrescible y sea compactado por lo menos el doble de lo normal.

Los incendios solo pueden generarse por la presencia de aire dentro del relleno sanitario, por tanto una buena operación elimina esta posibilidad ya que la compactación y el cubrimiento continuo reduce la introducción del aire a la basura luego que ha sido dispuesta.

e. Manejo de los lixiviados

Cuando se efectúa la disposición de las basuras en un relleno sanitario, se presentan corrientes de líquidos residuales, que si no se controlan o tratan adecuadamente son fuentes potenciales de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Las características de los lixiviados son específicos para cada sitio, ya que depende de la composición de los residuos sólidos dispuestos en el lugar, así como de la temperatura, humedad y pH de los mismos y de la calidad del agua superficial y subterránea que logra pasar hacia la zona donde se encuentra la basura. Es difícil estimar los rangos para las características esperadas de un lixiviado aunque se conozca la composición de la basura, debido a que no existe una metodología para tal fin; en el cuadro se muestra la comparación de algunos lixiviados encontrados en Estados Unidos con los de Medellín, Colombia.

Del conocimiento sobre las características generales de las basuras, se puede inferir algunos aspectos de sus lixiviados; por ejemplo, si al relleno sanitario solo llegaran basuras domésticas, se puede presumir que las concentraciones de mercurio sean muy bajas; generalmente cuando las basuras a disponer solo son domésticas, comerciales o industriales no peligrosas, como ocurre en pequeñas comunidades o en ciudades hasta 60.000 habitantes, puede asumirse que los lixiviados generados no presentarán problemas críticos de contaminación,

Debido a la presencia de metales o materiales tóxicos y seguramente podrá ser re circulados o tratados en una planta convencional para aguas residuales.

Lixiviados generados en rellenos sanitarios Comparación de resultados Estados Unidos y Medellín

Parámetros	USA	Medellín
DQO mg/l	16.000 a 22.000	30.156 a 53.906
DBO ₅ mg/l	7.500 a 10.000	20.708 a 33.000
Cloruro mg/l de Cl	600 a 800	42 a 2.250
Conductividad mohs/cm	6.000 a 9.000	10.000 a 16.200
Dureza mg / l de CaCO ₃	3.500 a 5.000	4.900 a 17.500
Hierro mg/l de Fe	210 a 325	1.825 a 1.750
Cobre mg/l de Cu	0.5	0.001 a 0.0047
Plomo mg/l de Pb	1.6	0.006 a 0.042
Cadmio mg/l de Cd	0.4	--
pH	5.2 a 6.4	5.3 a 5.8

Fuente : USA : Gas and leachate from land disposal of Municipal solid Waste; sumary report Cincinnati. US/EPA - 1975.

Medellín : Análisis físico químico del lixiviado del Relleno Sanitario Piloto " Plaza de Ferias" EEVV de Medellín, 1984.



Cuando los lixiviados se comiencen a producir, se analizarán para conocer sus características especiales y definir sobre su tratamiento.

En Estados Unidos se han efectuado varios estudios en rellenos sanitarios para determinar el tiempo en el cual aparecen por primera vez los lixiviados y la cantidad anual producida, realizando correlaciones de la cantidad infiltrada al sitio de disposición final, con la profundidad y con el área del relleno sanitario respectivamente. En Colombia este tipo de investigación no se ha desarrollado y por tanto la información existente es insuficiente para realizar los estimativos correspondientes.

Una buena medida para controlar la producción de lixiviados y gases en el relleno sanitario, es mantener un control sobre las aguas lluvias por medio de canales que las intercepten y las lleve fuera del área de trabajo; también se deben controlar las aguas lluvias con la pendiente del terminado diario y final que siempre debe ser del orden del 3% hacia el exterior.

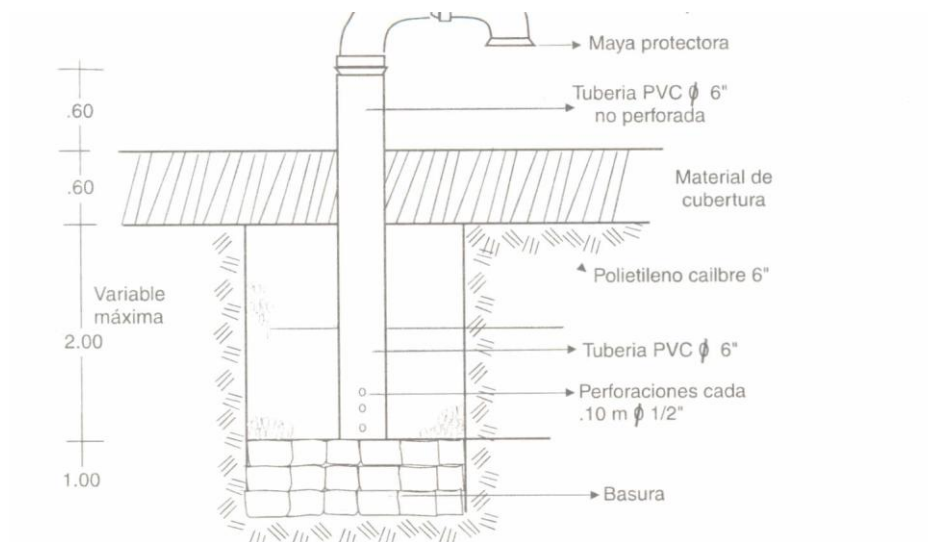
1. Manejo de los gases

La descomposición de la materia biodegradable por acción de los microorganismos presentes en el medio, ocurre en dos etapas; aerobia y anaerobia. La aerobia está limitada por la cantidad de oxígeno atrapado de las celdas y disponible para las bacterias; la anaerobia predomina en el relleno sanitario y produce cantidades apreciables de metano y dióxido de carbono, así como trazos de ácido sulfhídrico, amoníaco y monóxido de carbono.

La cantidad de gases que se produce, depende fundamentalmente de la composición de la basura dispuesta y de la humedad en el relleno; la velocidad de generación es función del porcentaje del material fácilmente biodegradable, de la humedad, de la temperatura, del pH y de la actividad desarrollada por los microorganismos que predominen.

La presencia de gases en el relleno implica alteraciones en la atmósfera, malos olores, problemas por su migración a través de áreas permeables y peligros de explosión cuando se encuentran concentraciones mayores del 5% de metano en el aire; por otra parte, el contacto del dióxido de carbono, presente en los gases, con el agua, aumenta la dureza de ésta alterando sus características ..

Relleno sanitario. Salida de gases



Dentro del relleno sanitario el peligro de explosión es mínimo. Cuando el material de cobertura es impermeable, sujeto a agrietamiento y no se ha diseñado suficiente aireación, los gases tienden a acumularse en los vacíos dentro del relleno aprovechando cualquier fisura para salir y originar concentraciones altas de metano con peligros de explosión; cuando los gases salen, causan asentamientos por pérdida de presión. El control de los gases tiene como fin prevenir el daño que puedan causar a las personas, las propiedades y la vegetación, ya sea por la eliminación de oxígeno del ambiente o por ser causa de incendios o explosiones, entre otros. El control del movimiento de los gases depende de las características del suelo.

Se debe controlar la acumulación de gases en el relleno mediante chimeneas con o sin quemadores. Las chimeneas se pueden ubicar inicialmente cada 60 metros de forma que cada una tenga un radio de influencia de 30 metros; dicha distancia se puede aumentar o disminuir según los resultados que se obtengan en los primeros años de operación del relleno. Las chimeneas serán construidas mediante gaviones de un metro cuadrado de área, de acuerdo con los detalles presentados en la figura 6.9; para que el radio de influencia de las chimeneas sea el máximo posible, se debe mantener control sobre el material de cobertura final, de forma que no se presenten agrietamientos.

g. Uso futuro

El uso futuro de un relleno sanitario es que se debe prever desde el comienzo de su planeación, es una decisión que debe ser tomada por la comunidad.

Las características de los sitios que han sido utilizados para rellenos sanitarios se prestan para desarrollar programas de recuperación paisajística y social como parques y zonas de recreación popular. Debe favorecerse el crecimiento de plantas como el pasto, que en muchos casos se desarrolla espontáneamente. Sin embargo, para acelerar el establecimiento de pastizales, es conveniente sembrar cespiones en un 10% o más del área en la cual se realizó el relleno y hacer el mantenimiento respectivo.

Es muy peligrosos, por la producción de gases, permitir el uso de antiguos rellenos como terrenos para la construcción de viviendas, escuelas o en general edificaciones pesadas, que exijan cargas de soporte al suelo. En estos casos, es siempre necesario hacer estudios de suelos, con asesoría de ingenieros especializados en estos estudios.

Relleno sanitario manual

En pequeñas comunidades e incluso en poblaciones de tamaños alrededor de los 60.000 habitantes, que son el objeto de este curso, la cantidad de basura producida puede manejarse manualmente, o con la cooperación de muy poco equipo mecánico, especialmente en las labores de apertura de las zanjas o en la recolección de material de cobertura.

A continuación se presenta visualmente esta posibilidad. El material ha sido tomado de una cartilla producida por el autor con el patrocinio del antiguo Instituto de los Recursos Naturales (INDERENA), y del Programa de Investigación sobre Residuos Sólidos (PIRS) de la Universidad Nacional.

PRÁCTICA DE CAMPO

Visite el sitio de disposición final de los desechos sólidos en la localidad sede del evento. Intercambie opiniones con el encargado del manejo técnico y administrativo y dialogue con la comunidad, indagando por su conocimiento y percepción de funcionamiento del sistema.

RESUMEN DE IDEAS

- Las técnicas usadas históricamente por el hombre para la disposición y tratamiento de los desechos sólidos - incineración, compostaje, relleno sanitario - han tropezado con problemas ambientales o de comercialización. Hoy se consolidan técnicas que buscan disponer solo lo que realmente no se utiliza, bien usando de nuevo directamente el material de desecho *reutilización* -, o empleándolo para producir otros - *reciclaje*- ..
- Mediante el relleno sanitario se dispone técnicamente la basura en el suelo. No debe causar perjuicios al medio ambiente, ni a la salud y seguridad pública. Debe ocupar la menor área posible, buscando recuperar terrenos o transformándolos para usos comunales.
- Existen rellenos sanitarios de varios tipos: área, zanja o trinchera y rampa. El primero se utiliza cuando se dispone de hondonadas naturales o generadas por actividades como extracción de materiales; en el tipo zanja las excavaciones deben realizarse al contar con terrenos planos y el tipo rampa se implementa en pendientes moderadas.
- La *celda* es la unidad fundamental de un relleno sanitario, consiste en una masa de desechos compactos rodeados por una capa de tierra, que los aísla del ambiente exterior.
- Para ubicar un relleno sanitario debe tenerse por lo menos la siguiente información del sitio a usar: espesor textura, permeabilidad, humedad y pH del suelo; pendiente del terreno y los riesgos especiales como de inundación, deslizamientos o asentamientos.
- En la operación de los rellenos se debe considerar: el procedimiento de descargue, control de vectores, control de papeles y plásticos, prevención y protección contra incendios, manejo de lixiviados y gases.
- En pequeñas comunidades el relleno sanitario puede manejarse manualmente o con la ayuda de muy poco equipo mecánico.



EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN

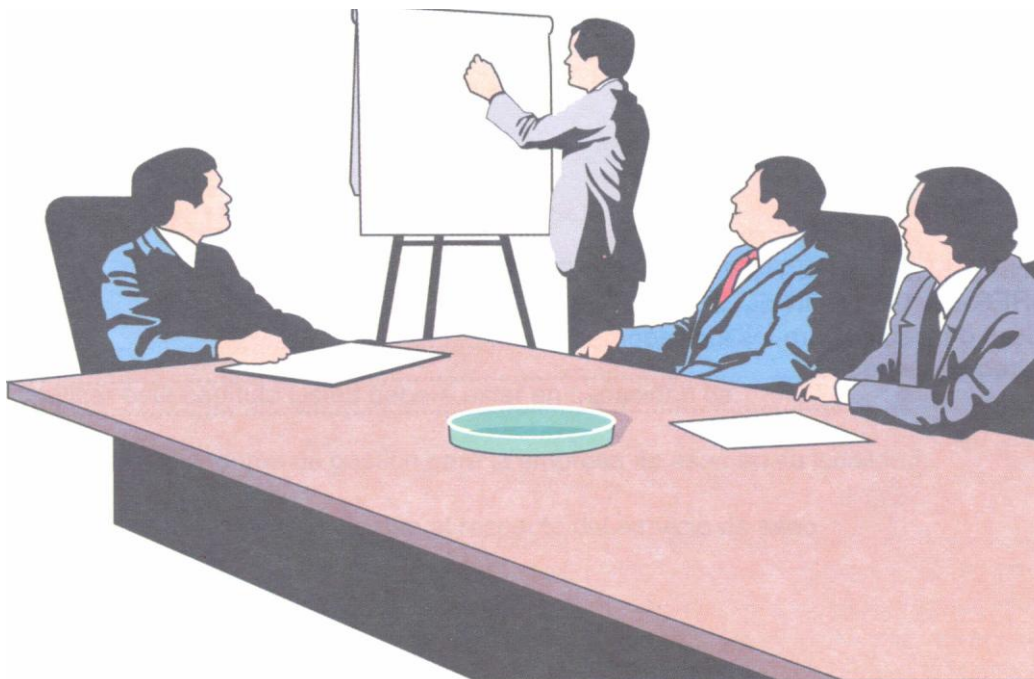
Le solicitamos que realice las siguientes actividades y reflexione sobre los siguientes aspectos:

- ¿Cuáles son las ventajas y limitaciones que Usted encuentra en la implementación de un relleno sanitario en su localidad?
- Proponga una estrategia para implementar la re utilización y el reciclaje. ¿Es factible generar empresa alrededor de la basura en su localidad?, ¿cómo hacer para que la promoción del reciclaje no incentive la producción de basura?
- Localice el sitio más adecuado y realice un pre diseño de relleno sanitario para su localidad. Si ya existe, sustente las recomendaciones que considere necesarias para mejorarlo.



MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS EN MUNICIPIOS

Curso básico



CAPÍTULO 7

GUÍAS GENERALES DE GESTIÓN

TABLA DE CONTENIDO

GUIAS GENERALES DE GESTIÓN, REGLAMENTACION

INDICADORES DE GESTIÓN	116
Características deseables para los indicadores	116
Indicadores recomendados	117
Reglamentación	120



PRESENTACIÓN

En este capítulo se sugieren indicadores de gestión con los cuales la comunidad y la empresa de aseo pueden evaluar y corregir su funcionamiento y se hace mención a la legislación más reciente en este campo.

Sobre los indicadores de gestión se realizan recomendaciones prácticas, que hagan posible su aplicación y sobretodo que recojan información que sea realmente pertinente.

OBJETIVOS

Al finalizar este capítulo Usted deberá estar en capacidad de:

- Formular indicadores de gestión para la empresa de aseo en su localidad.
- Reconocer la legislación vigente al respecto del servicio de aseo.



GUIAS GENERALES DE GESTION, REGLAMENTACION

INDICADORES DE GESTION

Los indicadores muestran la velocidad de cambio, positivo o negativo, del cumplimiento de los objetivos de la empresa que presta el servicio, permiten reevaluar constantemente la eficacia y eficiencia del servicio a través del tiempo y comparar la calidad, rendimientos y costos con otras ciudades dentro y fuera del país. Estos atributos hacen de los indicadores un instrumento valioso para la Administración.

En el manejo de los residuos sólidos la Empresa que presta el servicio debe dirigir todos los aspectos relacionados con la producción, el almacenamiento, la presentación, la recolección, el transporte y la disposición final de todo tipo de basura, es decir, domiciliaria, comercial, industrial, institucional, barrido de calles, aseo de edificios y lugares públicos, y aseo de los lugares turísticos.

Otra responsabilidad de la Empresa que presta el servicio es administrar el sistema: es decir, planear, organizar, dotar, dirigir y controlar el personal y los aspectos financieros dándole mucha importancia a los Ingresos y Egresos para mantener la estabilidad económica de la Empresa. La empresa debe mantener además relaciones ante otras entidades, tales como el Concejo Municipal, el Alcalde, Las Juntas de Gobierno y de Acción Comunal, mantener sus relaciones políticas y mantener informada a toda la ciudadanía sobre los problemas, el manejo y las proyecciones del servicio de aseo.

Para poder conocer todos los aspectos anteriores, la empresa necesita indicadores que le muestren cómo está, donde debe aplicar correctivos, cómo debe emplear el tiempo de los trabajadores y en fin, qué es lo más importante para dirigir, qué necesita más de su administración, qué puede delegar y qué debe representar, es decir a quienes recibe, cuando y qué debe informar al Alcalde o al Consejo Municipal, o qué tipo de información debe suministrar.

Características deseables para los indicadores

Los indicadores deben ser:

Sencillos: que se puedan medir fácilmente, sin necesidad de grandes complejidades burocráticas ni mecánicas.

Económicos: la medición de un indicador no debe implicar un costo demasiado alto para la empresa.

Representativos: un indicador debe evaluar exactamente lo que se desea que evalúe. Suena demasiado obvio, pero hay ocasiones donde el sentido común falla.

Oportunos : el indicador debe existir cuando se necesite, en el momento oportuno.



Utilizables: los indicadores para archivar no tienen utilidad alguna.

Sensibles: el comportamiento del sistema se evalúa por los cambios que se produzcan en los indicadores. Según esto, los indicadores que no se afecten por modificaciones en los sistemas no son recomendables.

Precisos: el indicador debe permanecer constante cuando se mida varias veces, en condiciones iguales.

Disponibles: el dato o información para calcular el indicador debe ser fácil de encontrar y calcular.

Poco numerosos: en la era del computador, hay que tener mucho cuidado con la cantidad de indicadores; frecuentemente se producen tantos, que algunos pueden resultar redundantes.

Indicadores recomendados

A continuación se presentan indicadores que se considera pueden ser útiles para dirigir, administrar y representar una Empresa que preste el Servicio de Aseo Urbano.

a. Producción total de basura

Se calcula multiplicando la producción por habitante (pph) (normalmente en kilogramos/habitantedía) por el número de habitantes de la ciudad; también se puede multiplicar la producción por vivienda (ppv) en kilogramos/viviendadía por el número de viviendas de la ciudad.

La pph o la ppv se deben calcular: doméstica, comercial, institucional, industrial y de barrido de calles y lugares públicos. Toda empresa de aseo debe mantener actualizada la información sobre pph o ppv porque es uno de los indicadores base para calcular otros, también muy importantes.

Con relación a los cálculos poblacionales, se sugiere obtener la información pertinente a las oficinas locales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE.

b. Eficiencia global del servicio

Esta dada por la relación entre el total de basura recogida durante un periodo dado (generalmente un mes), BRP; y el total de basura producida en el mismo periodo, BPP. Puede expresarse en el porcentaje:

$$EGS = (BRP / BPP)$$

El indicador debe tender un método para calcular el numerador puede ser multiplicando el número de viajes en el periodo por promedio de carga por cada viaje; esta cifra también es un "indicador" del rendimiento de carga de los vehículos transportadores de basura. A su vez esto último se puede calcular pesando con frecuencia los vehículos con carga o sin ella.

c. Eficiencia de la frecuencia de recolección

Está dada por la relación entre el número de veces que se recoge basura en un periodo dado NVRB y el número de veces que debería recogerse en el mismo periodo NVDRB. El periodo considerado se recomienda que sea un mes.



$$EFR = NVRB / NVDRB$$

No basta con recoger esporádicamente la basura. Es necesario recogerla con la frecuencia establecida por normas del servicio, de salud o por patrones culturales.

d. Cobertura

Está dada por la expresión:

$$\text{Cobertura} = EGS \times EFR$$

Es decir, es el producto de los dos indicadores descritos en los numerales anteriores. Normalmente la cobertura se mide en términos de habitantes servidos dividido por el total de habitantes. Esto es técnicamente correcto, pero se especula muy frecuentemente con el numerador induciendo errores porque no se define qué es un habitante servido. Como la basura se recoge con una frecuencia determinada, esta debe estar incluida dentro del cálculo de la cobertura.

e. Burocracia de la empresa

La relación entre el número promedio de toneladas recogidas diariamente, W_d , y el número total de empleados y obreros de la empresa, TP , se convierte en un importante indicador de gestión, BE .

$$BE = W_d / TP$$

Este indicador se puede hacer también por tipo de personal: administrativo y operativo. Es muy importante llevar la información en el tiempo para controlar la eficiencia o burocratización de la empresa que presta el servicio.

Otra relación muy importante y significativa se obtiene al comparar el total de empleados administrativos, PA , y el total de personal operativo, PO .

f. Rendimiento de recolectores

Este indicador mide la eficiencia del personal de obreros asignado a las tareas de recolección de la basura relacionando la cantidad de basura recogida diariamente, W_d , con el número total de personas, TR . El indicador debe controlarse a través del tiempo para observar y analizar los cambios que sucedan.

$$RR = W_d / TR$$

g. Rendimiento en disposición final

Este indicador mide la eficiencia diaria global del relleno sanitario. Se construye con la relación entre cantidad (toneladas) de basura dispuesta correctamente en el relleno en un día. WDRS, y la cantidad total de basura recogida en el día, Wd. La medición implica, por tanto, una evaluación día a día del funcionamiento del sitio. En el caso de no ser un valor unitario, se deben revisar las causas por las cuales no alcanza este valor.

$$RDF = WDRS / Wd$$

h. Rendimiento del barrido

Relación entre la cantidad de basura recogida diariamente en barrido manual, Wdm, y el número total de personas de barrido, TB. Este indicador puede presentar alguna dificultad de obtener por la complejidad práctica de evaluar el numerador, y en ese caso se puede cambiar por el siguiente indicador, que si bien no mide la eficiencia, es más fácil de conseguir:

Longitud de barrido manual (por ambos lados) /TB

i. Ejecución presupuestal

Este indicador, relación entre presupuesto ejecutado en un periodo dado, PEJ, y el presupuesto asignado para el mismo periodo, PASG, evalúa el desarrollo del presupuesto, permite evaluar lo pasado y planificar el futuro.

$$EPR = PEJ / PASG$$

j. Costo total por tonelada recogida

Este indicador se obtiene relacionando el costo por todo concepto en un mes, Ctm, con el total mensual de basura recogida, Wm, en toneladas.

$$CPT = Ctm / Wm$$

A este indicador es conveniente referenciarle la fecha para efectuar los ajustes que demanda la continua inflación de costos. Es conveniente llevar un registro mensual, así como el promedio de cada año, pero es indispensable efectuar las correcciones monetarias necesarias para actualizar la información y evitar errores que frecuentemente conducen a decisiones equivocadas.

Otros indicadores, especializados en las distintas operaciones de una empresa de servicio de aseo, se ilustra a continuación:

k Costo de recolección

Se debe tener en cuenta las observaciones efectuadas en el numeral anterior al evaluar esta relación entre el total pagado por todo concepto en recolección durante un mes, y el total de basura recogida en un mes, Wm.

1. Costo de disposición final

De manera análoga a la descrita en el costo total por tonelada recogida y costo de recolección, se obtiene este indicador como relación entre el valor pagado, por todo concepto, en labores de disposición de residuos en un mes, y el total de basura dispuesta durante ese mismo periodo.

m. Costo de barrido

Este indicador se obtiene de manera similar a los tres anteriores, considerando costos por todo concepto en barrido mensual y relacionándolo con el total de basura barrida en un mes. Ante la dificultad de obtener el denominador de este indicador se puede cambiar por: longitud de las calles barridas (por ambos lados).



Los cuatro indicadores anteriores sirven para evaluar el funcionamiento económico del servicio. Con las respectivas correcciones por inflación, sirve para detectar rápidamente las áreas de baja eficiencia, a través de las cuales pueden estar deteriorándose los recursos de la Empresa.

De otra parte, no debe olvidarse que estos indicadores, tienden a ser muy sensibles. Un pequeño cambio en ellos puede implicar significativos aumentos de costos. Finalmente se muestran dos indicadores muy útiles en el proceso gerencial de los servicios de aseo.

n. Costos por habitante servido

Este indicador, que observa las recomendaciones de los anteriores, se establece al relacionar el presupuesto anual ejecutado por la empresa, PAEJ, con el total de población atendida, PA.

$$CHS = PAEJ / PA$$

o. Ingresos por tonelada recolectada

Puede determinarse este indicador mediante la relación entre el total de ingresos mensuales, TIM, y el total de basura recogida durante el mismo periodo, Wm.

$$ITR = TIM / Wm$$

Es claro que la empresa puede plantear otros indicadores, de acuerdo con sus necesidades, recursos y conveniencias. En ese caso, se recomienda ajustarse a las sugerencias señaladas al inicio de este capítulo. Además, existen otros recomendados en la legislación. Se recomienda especialmente consultar en la Resolución 12 de 1995, establecida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento, en la cual se establecen las condiciones de los Planes de Gestión y Resultados (PGR) que las organizaciones de administración del servicio deben ejecutar.

Reglamentación

En el cuadro siguiente se presenta un resumen general acerca de la reglamentación actual sobre el servicio de aseo. Se recomienda tener a disposición este material, que puede ser solicitado al Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. Santafé de Bogotá.



NATURALEZA	ORIGEN	FECHA	OBJETO
Decreto No. 0605 de 1996	Ministerio de Desarrollo Económico	Marzo 27 de 1996	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994 en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo.
Resolución 12 de 1995	Marzo 27 de 1996	1995	Por la cual se establecen los criterios, indicadores, características y modelos para la evaluación de la gestión y resultados de las entidades que prestan los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo.
Resolución 12 de 1996	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico	Mayo 9 de 1996	Por la cual se establecen los criterios y se adopta la metodología con arreglo a los cuales las empresas prestadoras del servicio público domiciliario de aseo deben determinar las tarifas de prestación del servicio ordinario.
Resolución No. 11 de 1996	Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico	Mayo 9 de 1996	Por la cual se establecen reglas sobre contratos de concesión en los que se incluye el otorgamiento de áreas de servicio exclusivo para la prestación del servicio público domiciliario de aseo.
Resolución No. 14 de 1996	Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico	Mayo 29 de 1996	Por la cual se adopta el modelo de condiciones uniformes del servicio público ordinario de aseo, y se emite concepto de legalización.
Resolución No. 17 de 1996	Ministerio de Desarrollo Económico	Julio 4 de 1996	Por la cual se permite una opción tarifaria para multiusuarios residenciales y mixtos por concepto del servicio ordinario de aseo.
Resolución No. 19 de 1996	Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico	Julio 18 de 1996	Por la cual se establecen los criterios y se adopta la metodología con arreglo a los cuales se establece con las entidades prestadoras del servicios públicos domiciliarios de aseo con menos de ocho mil usuarios deben determinar las tarifas de prestación del servicio ordinario.
Resolución No. 20 de 1996	Ministerio de Desarrollo Económico	Julio 18 de 1996	Por la cual se establecen factores unitarios de producción de residuos sólidos y valores de densidad para aplicación de la metodología tarifaria del servicio ordinario de aseo para empresas de más de ocho mil usuarios.
Resolución No. 27 de 1996	Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico	Diciembre 5 de 1996	Por la cual se establecen descuentos sobre la factura del servicio ordinario de aseo para usuarios clasificados como pequeños productores de residuos sólidos



RESUMEN DE IDEAS

Los indicadores de gestión deben ser sencillos, representativos, oportunos, utilizables, sensibles, precisos, disponibles, poco numerosos y económicos para su implementación.

Entre otros los indicadores pueden ser: producción total de basuras; eficiencia global del servicio; eficiencia de la frecuencia de recolección; cobertura; burocracia de la empresa; rendimiento en disposición final; rendimiento del barrido; ejecución presupuestal; costo total por tonelada recogida; costo de recolección, disposición final y barrido; costo por habitante servido; ingresos por tonelada recolectada.

La reglamentación reciente sobre aseo municipal ha sido expedida por el Ministerio de Desarrollo Económico y la Comisión de Regulación en Agua Potable y Saneamiento Básico.

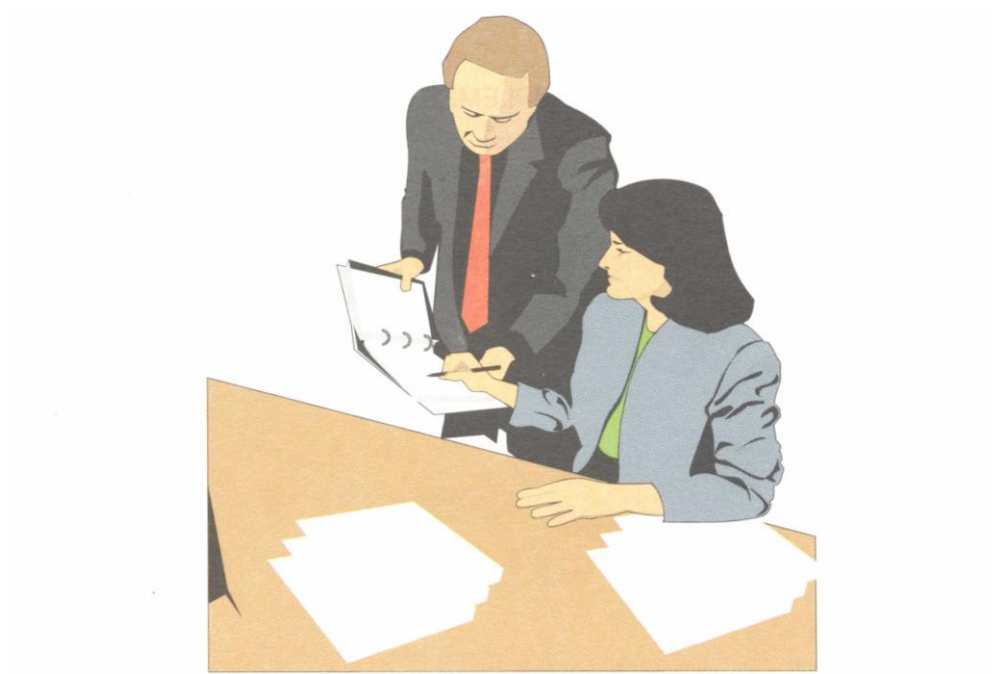
EJERCICIOS DE AUTO EVALUACIÓN

Le solicitamos que reflexione sobre los siguientes aspectos y realice las actividades que se le recomienda a continuación:

- ¿Qué indicadores de gestión utiliza en su empresa? Por favor complémtelos y establezca formas de medición usando los criterios expuestos.
- Revise la legislación y reflexione sobre las posibilidades de aplicación en el contexto de su localidad. ¿Qué aportes haría Usted a la misma?

MANEJO Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Curso básico



CAPITULO 8

EJEMPLO ILUSTRATIVO

TABLA DE CONTENIDO

EJEMPLO ILUSTRATIVO Y MATERIAL COMPLEMENTARIO	126
Ejemplo	126
Material complementario	132

PRESENTACIÓN

Este último capítulo presenta un ejemplo guía y registra el material complementario a los contenidos desarrollados. El ejemplo se desarrolla para una localidad con un tamaño de población de 23.000 habitantes, de manera que sea representativo del rango pretende cubrir el módulo.

OBJETIVOS

Al finalizar este capítulo Usted estará en posibilidad de:

Aplicar para su localidad la metodología y cálculos necesarios para estimar producción de basura, recolección y área de relleno sanitario incluyendo los costos por actividad.



EJEMPLO ILUSTRATIVO Y MATERIAL COMPLEMENTARIO

EJEMPLO

Las condiciones expuestas en este ejemplo son todas tomadas de características propias de comunidades colombianas. Solo sirve como guía:

La comunidad "El Progreso" tiene actualmente 23000 habitantes en su casco urbano. De economía principalmente agrícola, clima cálido y seco y topografía plana, ha organizado su sistema de manejo de residuos domésticos, sobre la base de una empresa comunitaria, que ha firmado un contrato con el municipio para la recolección de la basura y su disposición final.

La información básica recolectada entre comunidad y empresa es la siguiente:

Población	23.000 habitantes
Número de viviendas	4210
Ingreso mensual promedio por vivienda	\$340.000 sin grandes fluctuaciones; algunos hacendados ganan más, pero casi toda la población es homogénea en cuanto a sus ingresos.
Longitud vías	35250 m.
Estado General	Amplias, transitables todo el tiempo
Topografía	Plana completamente
Temperatura promedio	24°C
Lluvias	2 épocas al año / 2 meses por época; no interfieren con recolección.
Organizaciones comunitarias	Buenas, generalmente Juntas de Acción Comunal

La comunidad se ha organizado y ha definido que la presentación de la basura se hará por vivienda, al frente de ella. La producción de basura, por mediciones en la comunidad, es de 0.45 kilogramos por día.

Debido a la cercanía con la capital del departamento, se ha logrado establecer un arreglo para hacer recuperación de material y transportarlo hasta las industrias recicladoras. Se recuperará:

- Papel y cartón
- Vidrio
- Plástico

Estos materiales representan el 20% del total de la basura. A esta información se llegó luego de mediciones en la comunidad. Todas las viviendas han estado de acuerdo en recoger estos materiales aparte del resto de la basura, y han organizado el "miércoles del reciclaje", cuando la empresa recorre todo el pueblo y recoge estos materiales, para su transporte hasta la capital, donde es utilizado.

Sobre la base de las condiciones ambientales de la localidad, la comunidad definió una frecuencia de recolección de 2 veces / semana, haciéndose entonces:



El sábado se recolecta la basura producida por el mercado comunitario, bastante concurrido y que produce 3550 kilogramos de material, en su mayoría de origen orgánico. El resto del sábado, la empresa lo dedica a mantenimiento de los equipos.

Las zonas han sido determinadas de tal manera que distribuyen por igual la cantidad de trabajo de recolección. En suma, la recolección se ha organizado sobre la base de manejar las siguientes cantidades de material:

Cantidad de basura producida por semana = $23000 \times 0.45 \times 7 = 72450$ kilogramos

72.450 kilogramos por semana	Lunes	15.500 kilogramos
	Recolección zona 1	
	Martes	15.500 kilogramos
	Recolección zona 2	
	Miércoles del reciclaje	14.500 kilogramos
	Jueves	11.700 kilogramos
	Recolección zona 1	
	Viernes	11.700 kilogramos
	Recolección zona 2	
	Sábado Mercado	3.550 kilogramos
	Total	<u>72.450 kilogramos</u>

Se utilizan tractores que arrastran vagonetas de 2 toneladas de capacidad. Cada tractor utiliza 2 vagonetas, (lo cual equivale a 4000 kilogramos) y hace 2 viajes diarios al relleno sanitario. Por tanto, cada equipo tiene capacidad para 8000 kilogramos.

Se utilizan 2 equipos completos, cada uno de ellos
compuesto por: 1 conductor
2 recolectores

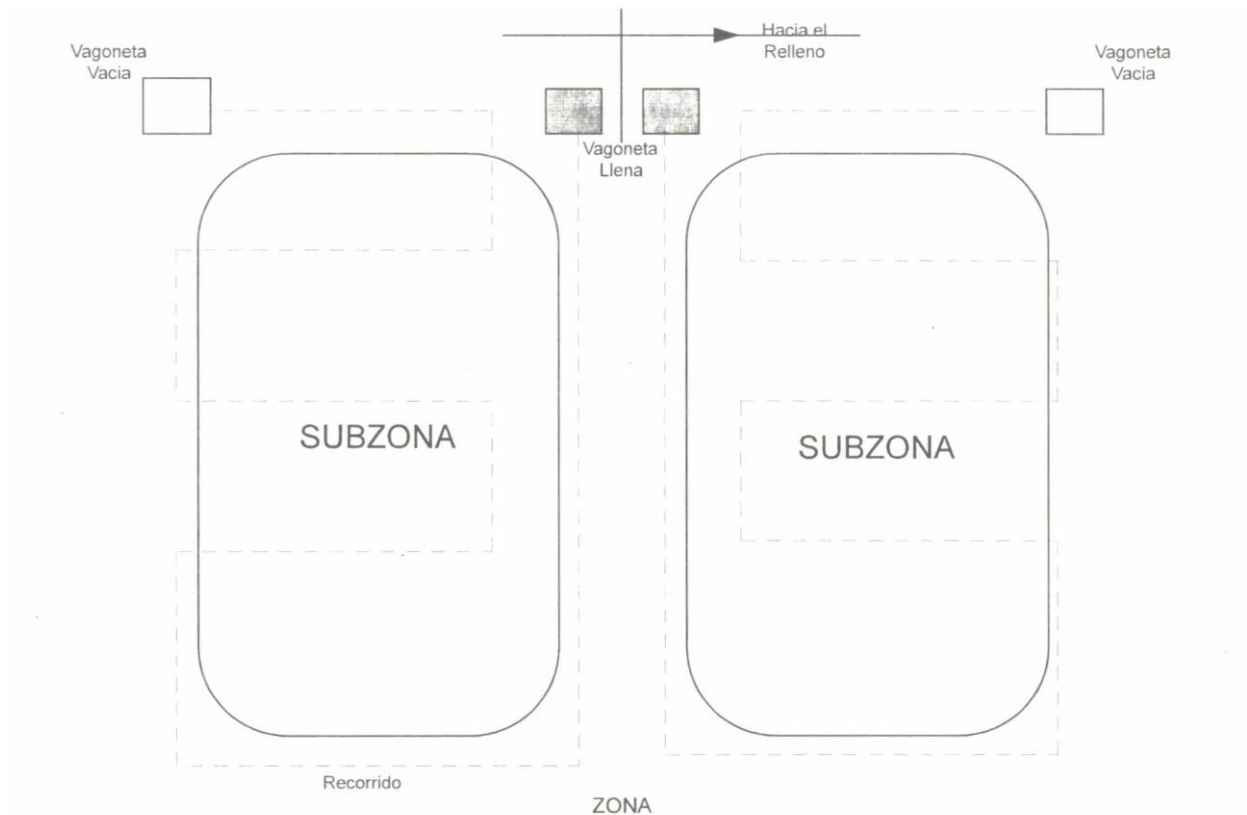
En caso de emergencia, como el pueblo es agrícola, es relativamente fácil conseguir un tractor alquilado o incluso prestado. Existe muy buena capacidad local para mantener y reparar los tractores. Las vagonetas fueron construidas localmente, de madera, con soporte en 1 eje y con llantas de automóvil.



La comunidad y la empresa midieron el peso específico de la basura con un resultado de 220 kilogramos por metro cúbico, así el volumen de cada vagoneta es:

$$\frac{2000 \text{ kilogramos}}{220} = 9 \text{ m}^3$$

Se construyeron de 5 m de largo, 2 de ancho y 1 m de altura útil. Estas dimensiones fueron posibles debido a las características amplias de las vías. Cada zona se ha subdividido en 2 subzonas y el tractor arrastra solo 1 vagoneta cuando está recolectando. Cuando se llena 1, la desengancha; toma la vacía y recoge la subzona restante. Al final, cuando se va hacia el relleno sanitario, lo hace con las 2 vagonetas. El esquema de operaciones es el siguiente:



Se tienen disponibles 5 vagonetas, 4 para trabajo y 1 para emergencia o reemplazos. La comunidad con el apoyo de la institución departamental de Agua y Saneamiento (Unidad de Agua) ha organizado todo el sistema. Para la disposición final seleccionó el relleno sanitario, porque habiendo recuperado el material reciclable, gran parte del resto es materia orgánica. El compostaje fué desechado porque su mercado es muy incierto en una región de muy buenos suelos; la incineración también por contaminadora del aire.

Además, se dispone de un buen sitio, propiedad del municipio, y que fue explotado en años anteriores para extraer material para ladrillo y teja. El municipio piensa que con el relleno sanitario es posible recuperar esta zona (que tiene 3 hectáreas) y conformar en él un parque ecológico. En el sitio el agua subterránea se encuentra a 15 m. La profundidad actual es de 3m.

El sitio de relleno tiene muy buenas vías de comunicación y el viaje de ida y vuelta de los tractores toma 1 hora. La empresa profundizará 2 m para tener una altura útil de trabajo de 5 m y además poder disponer de material de cobertura.

Dado que se manejan 58000 kilogramos de basura semanalmente con un volumen total de 264 m^3 , se decidió trabajar manualmente. El mayor trabajo ocurrirá los días lunes y martes, cuando se habrá de manejar 70 m^3 de basura.

Esta se colocará en celdas de máximo 1 m de altura, en donde se le dará una compactación para que alcance $700 \text{ kilogramos/m}^3$, Así, el volumen máximo que ocupará la basura será:

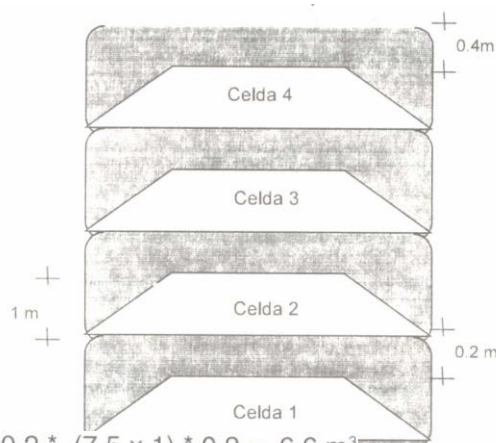
$$V = 15500\text{Kgrs}/(700\text{Kgrs/m}^3) = 22 \text{ m}^3$$

La celda se construye de :

Longitud = 7.5 m
Ancho = 3 m
Altura = 1 m

La celda con 0.20 m de Cada celda ha de caras: la superior; ya que las demás celdas vecinas.

Así, el material recubrimiento



intermedia se recubre material de cobertura. recubrirse por 3 de sus la frontal y una lateral, quedan cubiertas por las

utilizado por celda en su diaria es:

$$(7.5 \times 3) \times 0.20 + (3 \times 1) \times 0.2 \times (7.5 \times 1) \times 0.2 = 6.6 \text{ m}^3$$

La altura de 5 m alcanza para 4 celdas, con su respectivo recubrimiento diario. Ver esquema:

La última capa de material de cobertura se coloca de 0.4 m y para ello se aprovecha el material que se recoge los días de mercado, que es 100% orgánico. Este se coloca en una capa intermedia que forma parte de la capa final. La organización de trabajo hace que primero se utilice una amplia zona para colocar la celda 1. Cuando esta zona está enrasada, se colocan las celdas 2 y así sucesivamente. El esquema muestra la situación final, pero sirve para ilustrar que en un conjunto vertical se acomodaría la basura de toda la semana. Así, el área ocupada semanalmente será:

$$(7.5 \times 3) = 21 \text{ m}^2$$

Por año, el área ocupada será :

$$21 \frac{\text{m}^2}{\text{sem}} \times 52 \frac{\text{semanas}}{\text{año}} = 1092 \text{ m}^2$$



Aumentando esta cantidad por un 60% para tener en consideración las separaciones entre celdas y las vías de acceso se tendrá: 750 m²/año.

El lote total, que tiene 30.000 m², tendrá una vida útil de 12 años, tomado en consideración que su área neta es de 21.000 m² ya que los restantes 9.000 m² se dejan como borde de separación con los vecinos.

Al cabo de los 12 años, el área estará recuperada, lista para su utilización. Existen lotes cercanos en las mismas condiciones, que suministrarán espacio para los rellenos futuros.

El material de cobertura será 28 m³ por semana (recuérdese que se usa también el residuo del mercado). Una máquina contratada cada 3 meses, excava el área y recolecta el material de cobertura necesario. Luego este es manejado manualmente, con base en picos, palas y carretas.

En el relleno sanitario trabajan continuamente, incluso los miércoles, 4 obreros que disponen de una pequeña pero cómoda caseta, construida en madera, con agua corriente y servicios sanitarios con tanque séptico. Reciben cada mes asistencia técnica de la Unidad Departamental de Agua Potable, Saneamiento Básico.

Finalmente 2 obreros hacen la recolección de la basura de barrido de calles, en la zona central del pueblo, con frecuencia 3 veces por semana. La comunidad se ha organizado para hacer ellos mismos la limpieza de sus calles, material que está incluido en la producción de basura domiciliaria.

El cálculo de la tarifa se hace de acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Desarrollo Económico, en su Resolución No. 19 de Julio de 1996. El cuadro resumen de costos se discrimina a continuación, con los siguientes criterios básicos.

- En total son 12 personas de operación, con un salario de \$ 250.000 por mes y prestaciones sociales completas que se estiman en 50% del salario.
- Los vehículos y equipos se toman con una vida útil de 5 años y se deprecian en este tiempo.
- El lote del relleno sanitario es del municipio, que lo cede sin costo. Al final, será un terreno recuperado.
- La infraestructura del relleno sanitario incluye la vía interna de transporte y la caseta de manejo y control del relleno. Se deprecia a 12 años, la vida útil del sitio.

- No hay edificaciones. Se tiene en alquiler un lote donde se guardan los equipos, con una pequeña construcción para la administración. El alquiler mensual se carga en el rubro de Gastos de Administración.
- Muebles y enseres se deprecian a 5 años, incluyendo equipo de computación, muebles de oficina, bancos de trabajo y similares.
- Materiales incluyen los costos de accesorios personales para trabajo (vestidos, guantes, zapatos), palas, carretas, carros de mano para barrido, herramientas, equipos menores del relleno sanitario y materiales para los vehículos.

Gastos (en miles de \$) del sistema de aseo "El Progreso"

RUBRO / ACTIVIDAD	RECOLECCION	DISPOSICION FINAL	BARRIDO
Personal operación y mantenimiento	27.000	18.000	9.000
Depreciación vehículos y equipo	8.000	2.000	1.200
Depreciación terrenos relleno sanitario	- 0 -	- 0 -	- 0 -
Depreciación infraestructura relleno sanitario	- 0 -	2.000	- 0 -
Depreciación edificios	- 0 -	- 0 -	- 0 -
Depreciación muebles y enseres	1.000	1.000	500
Materiales	3.500	1.300	1.300
Combustibles	8.200	- 0 -	- 0 -
Contratos con terceros	- 0 -	1.250	- 0 -
Gastos de administración	12.000	- 0 -	- 0 -
Tasas ambientales	- 0 -	450	- 0 -
Total / Actividad	59.700	26.000	12.000
Total costos servicios			
\$ 97.700 / año			
Ingresos netos por reciclaje			
\$ 22.620 / año			
Número de usuarios			
4.210			
Tarifa promedio \$ / Usuarios - mes			
1.486			



Combustibles. Corresponde a lo consumido en combustible y aceites por los 2 tractores de recolección, sobre la base de sus recorridos al relleno sanitario y durante la recolección.

Contratos con terceros. Se paga a un tercero para que, cada 3 meses, excave el sitio de relleno sanitario y recolecte material de cobertura.

Gastos de administración incluye: 1 persona administradora, sus prestaciones sociales (igual que todos los demás); alquiler de las instalaciones; seguros e imprevistos; costos de facturación. Se paga adicionalmente 1 persona durante medio mes, cada mes para ayudar a las tareas de recaudo.

Las tasas ambientales son pagadas a la Autoridad Ambiental por la operación del relleno sanitario.

Los costos totales suben a \$ 97.7 millones, lo cual produciría una tarifa de \$ 1934 por suscriptor por mes. Sin embargo se tienen unos ingresos anuales de \$ 22.62 millones, producto de la comercialización de los materiales reciclables reunidos por la comunidad. Así, al involucrarlos dentro de las tarifas, esta se reduce a \$ 1.486 por suscriptor por mes, valor que corresponde a menos del 0.5% del ingreso promedio mensual por suscriptor.

Material Complementario

En caso de que los participantes se encuentren interesados, el material didáctico de este curso básico se complementa con las siguientes publicaciones y videos:

El Relleno Sanitario Rural. Una publicación del antiguo INDERENA, Ministerio de Agricultura y del Programa de Investigación en Residuos Sólidos (PIRS) de la Universidad Nacional. Presenta las bases de operación del relleno sanitario manual.

Cartilla Educativa en Aseo. Servicio Seccional de Salud del Valle del Cauca, CVC. Contiene esquemas sobre educación comunitaria en el tema.

Microempresas de Recolección Manual y Transporte de Basuras Domésticas. Servicio Seccional de Salud de Norte de Santander y Agencia de Cooperación Técnica Internacional Alemana GTZ. Ilustra la organización del servicio de aseo en comunidades de tamaño similar al objeto de este curso básico.

Los Desechos Bajo Control. Publicación de la GTZ en el mismo sentido del anterior.

Un ciudadano averigua lo que sucede con su basura. Publicación del Centro de Documentación e información científica (CEDOS) Ginebra, Suiza. Contiene material conceptual que servirá para orientar análisis y discusiones en clase.

Video en sistema Beta. Las Microempresas de Recolección Manual y Transporte de Basuras Muestra la experiencia en el municipio de Los Patios. Norte de Santander.

Video en sistema VHS. El Relleno Sanitario Manual. Inderena. El relleno sanitario rural en Piendamó Cauca. Residuos hospitalarios en Los Patios (Norte de Santander). El relleno sanitario rural en Los Patios (Norte de Santander).

**DIRECCION DE SERVICIOS PUBLICOS
DOMICILIARIOS Sistema nacional de
capacitación sectorial
Calle 13 No. 28-01, piso 8 Teléfono (91) 287
47 93**



||

SISTEMA
NACIONAL DE
CAPACITACION
SECTORIAL
Santafé de
Bogotá D.C.
Colombia

