



**INSTITUTO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE
PLANIFICACION ECONOMICA Y SOCIAL - ILPES**

**DIRECCION DE PROYECTOS Y PROGRAMACION
DE INVERSIONES**

**GUIA PARA LA IDENTIFICACION DE PROYECTOS Y
FORMULACION DE ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD
PARA MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS**

Marcel Szanto N.

DIRECCION DE PROYECTOS Y PROGRAMACION DE INVERSIONES

**Distr.
LIMITADA**

**LC/IP/L.123
11 de marzo de 1996**

ORIGINAL: ESPAÑOL

**GUIA PARA LA IDENTIFICACION DE PROYECTOS Y
FORMULACION DE ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD
PARA MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS**

Marcel Szantó N. *

- * Consultor de la Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones del ILPES. Profesor Titular de la Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Master en Contaminación Ambiental de la Universidad Politécnica de Madrid, España. Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de la exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

PROLOGO

La sustentabilidad ambiental, como elemento fundamental para conciliar crecimiento con equidad, y el rápido proceso de urbanización que viven la mayoría de los países de la región, tienen entre otras expresiones de gestión eficiente el manejo de los residuos sólidos domiciliarios. Por lo tanto, todo país o comunidad que se proponga proteger el bienestar de su población debe contar con un sistema organizado y limpio de recogida, eliminación y aprovechamiento de basuras. Sin él, el impacto nocivo sobre el ambiente y las personas es elevado y con frecuencia irreparable.

El tema de los residuos sólidos urbanos ha sido objeto durante la última década de intensos trabajos en zonas metropolitanas o en grandes conglomerados. Sin embargo, aquellos municipios o ayuntamientos pequeños, multidisciplinarios en su actividad, no logran dar una solución completa al problema de los residuos. Además, tanto desde el punto de vista de la teoría como de la práctica el tema de los residuos sólidos constituye un caso excepcional. Para su gestión integral y a fin de hacer del manejo de los desechos una actividad social y económicamente rentable, intervienen factores de equidad, cuantificación, localización, administración, financiamiento, ingeniería, reciclaje, impacto ambiental y "cultura comunitaria". Así, el tema de los desechos constituye un claro ejemplo de síntesis de instrumentos, medios y políticas para maximizar y conciliar una determinada situación.

En el marco de dichos antecedentes, la presente Guía pretende ilustrar y analizar la problemática que rodea el posible establecimiento de un Sistema Local de Manejo de Residuos Sólidos, siguiendo en lo posible el ciclo de los proyectos y desde la perspectiva de comunidades inferiores a los 200.000 habitantes. Se incluye la **Guía de Diagnóstico**, como Anexo I, con el propósito de inducir las preguntas pertinentes sobre el tema y apoyar la identificación, preparación y formulación de los respectivos proyectos.

Dirección de Proyectos y
Programación de Inversiones
ILPES

RESUMEN *

El problema de los desechos sólidos domiciliarios constituye hoy en día uno de los problemas de mayor envergadura en las ciudades tanto grandes como pequeñas. Sus implicaciones sobre el medio ambiente y la salud de la población demandan un tratamiento integral para alcanzar soluciones adecuadas desde el punto de vista social y económico. Todo esto involucra el tratamiento específico de aspectos relacionados con la recogida, transporte, localización, tratamiento, disposición final y utilización de las basuras domiciliarias. En este sentido, el análisis de las diferentes etapas constituyen un excelente caso para identificar, formular, evaluar, ejecutar y controlar correctamente un proyecto de inversión. Especial énfasis se le asigna a la discusión de alternativas de manejo y las características tecnológicas que debe tener un sistema de recogida, eliminación y aprovechamiento de desechos, de una manera eficiente y bien organizada. Con un enfoque práctico y didáctico, la formulación de la Guía pretende ofrecer una información útil y oportuna sobre un problema que aqueja a la mayoría de los municipios de América Latina y el Caribe, con la intención de promover soluciones viables y sustentables. En forma complementaria y a fin de inducir las preguntas pertinentes y llamar la atención sobre los puntos críticos, el Manual viene acompañado como anexo de una **Guía de Diagnóstico**, la cual contiene secuencialmente las preguntas y aspectos más sobresalientes que se deben tener en cuenta antes de emprender cualquier alternativa de solución.

* Durante la concepción, elaboración y revisión de esta Guía han participado numerosas personas e instituciones a las cuales deseo expresar mis agradecimientos y reconocimientos por cuanto sin su ayuda hubiera sido imposible su versión final. En primer lugar, al Ingeniero Renzo Devoto, persona a la cual se le debe considerar como co-autor por todos sus invaluable aportes. En segundo lugar, desde el punto de vista institucional deseo destacar las contribuciones de la Escuela de Ingeniería en Construcción de la Universidad Católica de Valparaíso de Chile, liderada por el Dr. Raúl Espinace Abarzúa; a la Universidad Politécnica de Madrid, España, bajo la Dirección del Dr. Ing. Aurelio Hernández Muñoz y también al catedrático de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Universidad de Cantabria Dr. Ing. Iñaki Tejero Monzón. Por último, no puedo dejar de mencionar toda la asistencia, consejo y permanente colaboración recibida por intermedio del Dr. Edgar Ortigón, Director de la Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones del ILPES, y sus inmediatos colaboradores los Doctores Iván Silva y Eduardo Aldunate.

Pido al lector que no sea demasiado severo con la Guía y que se tranquilice descargando todas sus iras y objeciones sobre mí, porque les prometo perseverar en la profundización del tema.

INDICE

1	Introducción a la problemática de los residuos sólidos urbanos.....	1
1.1	El concepto de residuo sólido urbano.....	1
1.2	Panorama actual de la producción y composición de residuos.....	6
1.2.1	La producción de residuos sólidos urbanos.....	6
1.2.2	La composición de los residuos sólidos urbanos.....	11
1.3	Gestión o manejo integral de los residuos sólidos urbanos.....	22
1.3.1	Fase de pre-recogida.....	25
1.3.2	Fase de recogida-transporte.....	26
1.3.3	Fase de tratamiento y valoración.....	27
1.4	Tendencias actuales en el tratamiento de los residuos sólidos urbanos.....	31
1.4.1	Relleno sanitario o vertedero sanitariamente controlado.....	31
1.4.2	Incineración.....	32
1.4.3	Reciclaje.....	33
1.5	Problemática medioambiental de los residuos sólidos urbanos.....	36
1.6	Problemática económica de los RSU y el rol del estado.....	41
1.7	Experiencias de manejo de RSU en países no desarrollados.....	51
	Anexo.....	56
2	Aspectos generales de identificación y formulación de proyectos de inversión.....	58
2.1	Introducción.....	58
2.1.1	¿Qué es un proyecto de inversión?.....	58
2.1.2	Etapas de un estudio de preinversión.....	59
2.2	Formulación o preparación de proyectos de inversión.....	64
2.2.1	Estudio de mercado.....	64
2.2.2	Estudio técnico.....	68
2.2.3	Estudio organizacional y legal.....	72
2.2.4	Estudio financiero.....	73
3	Diagnóstico para la formulación de proyectos de inversión en el área de RSU.....	78
3.1	Introducción.....	78
3.2	Identificación del problema.....	79
3.3	Diagnóstico de la situación actual.....	80
3.3.1	Recopilación de antecedentes generales.....	80
3.3.2	Diagnóstico técnico.....	82
3.3.3	Diagnóstico preliminar de la gestión administrativa del servicio.....	89

4	Identificación de alternativas de solución a problemas de manejo de RSU.....	91
4.1	Introducción.....	91
4.2	Alternativas para la pre-recogida.....	93
4.3	Alternativas para recogida y transporte.....	97
4.3.1	Alternativas de sistemas de recogida.....	97
4.3.2	Decisiones complementarias al sistema de recogida.....	101
4.4	Alternativas para el tratamiento y valoración.....	109
4.4.1	Relleno sanitario o vertido controlado.....	110
4.4.2	Incineración.....	137
4.4.3	Reciclado.....	140
4.4.4	Compostaje.....	143
5	Evaluación de alternativas de proyectos de inversión en el manejo de RSU.....	147
5.1	Introducción.....	147
5.2	Evaluación preliminar.....	148
5.3	Identificación de impactos positivos y negativos.....	150
5.3.1	Impactos positivos.....	150
5.3.2	Impactos negativos.....	150
5.4	Identificación de ingresos y costos para una evaluación económica.....	153
5.4.1	Ingresos de los proyectos de manejo de RSU.....	153
5.4.2	Costos de los proyectos de manejo de RSU.....	155
5.5	Criterios para la evaluación económica de alternativas.....	162
5.5.1	Métodos costo-beneficio.....	163
5.5.2	Métodos costo-eficiencia.....	167
5.6	Análisis de sensibilidad.....	174
	Caso 1: Recogida selectiva.....	176
	Caso 2: Explotación de biogas.....	188
	Caso 3: Manejo integral de RSU.....	198
	Caso 4: Obtención de energía por incineración de residuos.....	203
	Caso 5: Privatización del servicio de aseo.....	204
	Caso 6: Vertedero recuperado.....	206
	Caso 7: Incineración.....	211
	BIBLIOGRAFIA.....	219
	ANEXO 1.....	226
	GLOSARIO TECNICO.....	275
	SIGLAS.....	284

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 :	Cadena de eliminación de residuos	24
Figura N° 2 :	Fase de tratamiento y valorización	30
Figura N° 3 :	Alternativa para la pre-recogida	96
Figura N° 4 :	Alternativas para recogida y transporte	105
Figura N° 5 :	Transferencia	107
Figura N° 6 :	Vertido controlado	111
Figura N° 7 :	Formación de una célula	112
Figura N° 8 :	Técnicas de operación	114
Figura N° 9 :	Planificación de las áreas de relleno	117
Figura N° 10 :	Máquinas	118
Figura N° 11 :	Corte esquemático ideal de un vertedero controlado	121
Figura N° 12 :	Impermeabilización de un vertedero	124
Figura N° 13 :	Sistema de captación de biogas	125
Figura N° 14 :	Captación del biogas y cogeneración	126
Figura N° 15 :	Planta tipo distribución e instalaciones de un complejo integral de tratamiento y eliminación de residuos	132
Figura N° 16 :	Trituración	135
Figura N° 17 :	Incineración	138
Figura N° 18 :	Planta y alzado general de las zonas de recuperación y tratamiento de residuos sólidos urbanos	142
Figura N° 19 :	Esquema general de una planta de compostaje	145
Figura N° 20 :	Detalle planta de compostaje reciclable	146

INDICE DE TABLAS

Cuadro N° 1 :	Producción de RSU per-cápita en algunos países y ciudades	7
Cuadro N° 2 :	Producción de RSU per-cápita Región Metropolitana, Chile	8
Cuadro N° 3 :	Producción de RSU per-cápita por estrato socio-económico Región Metropolitana Chile (año 1993)	9
Cuadro N° 4 :	Composición de residuos domésticos en diferentes países del mundo (proporción de peso total)	12
Cuadro N° 5 :	Composición de los RSU en los países de la Comunidad Económica Europea, año 1985 (% del peso total)	14

Cuadro N° 6 :	Composición media de los RSU de la ciudad de Viña del Mar	17
	Chile, por estrato socioeconómico (1995)	
Cuadro N° 7 :	Composición media de los RSU de la ciudad de Valparaíso.....	18
	Chile, por estrato socioeconómico (1995)	
Cuadro N° 8 :	Tendencias mundiales de tratamiento y la disposición final	35

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 1 :	Producción per-cápita de residuos sólidos urbanos.....	7
Gráfico N° 2 :	Producción per-cápita de residuos sólidos urbanos.....	8
Gráfico N° 3 :	Producción per-cápita de RSU, Región Metropolitana, Chile	9
Gráfico N° 4 :	Composición de los RSU de diferentes países	13
Gráfico N° 5 :	Composición de los RSU en la Comunidad Económica Europea	15
Gráfico N° 6 :	Composición de los residuos sólidos en la ciudad de Viña del Mar	17
Gráfico N° 7 :	Composición media de los RSU de la ciudad de Valparaíso.....	18
Gráfico N° 8 :	Densidad según etapa	20

1. INTRODUCCION A LA PROBLEMATICA DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

1.1. EL CONCEPTO DE RESIDUO SOLIDO URBANO

La Comunidad Económica Europea (CEE) en su directiva 75/442 especifica que se entiende por residuo "cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales vigentes".

La EPA (Environmental Protection Agency) de los Estados Unidos (1989) define textualmente: "se entiende como residuo sólido cualquier basura, desperdicio, lodo y otros materiales sólidos de desechos resultantes de las actividades industriales, comerciales y de la comunidad. No incluye sólidos o materiales disueltos en las aguas de los canales de descarga de la irrigación, ni otros contaminantes comunes en el agua". En esta definición está implícita una clasificación de los residuos, de acuerdo a su origen o fuente generadora. Por su parte, en la legislación brasileña, se ha agregado a esa definición una clasificación de residuos en peligrosos, inertes y no inertes.

Una de las mejores definiciones de residuo sólido la efectúa la Organización de Cooperación y Desarrollo de la Comunidad Económica Europea (OCDE), que define a los residuos como aquellas materias generadas en la actividad de producción y consumo que no alcanzan en el contexto en que son producidos ningún valor económico, lo que puede deberse tanto a la falta de una tecnología adecuada para su aprovechamiento como a la inexistencia de un mercado para los productos recuperados.

En términos sintéticos, puede definirse un *residuo* como todo resto o material resultante de un proceso de producción, transformación o utilización que resulte abandonado o que su poseedor o productor decida abandonar.

Sin embargo, tal definición sólo identifica a un residuo como un resto (parte de un bien), no incluyendo la posibilidad de que un bien completo sea un residuo, a la vez que tampoco profundiza en la razón por la cual el poseedor está interesado en abandonarlo.

Complementando la definición anterior, se puede definir un *residuo sólido* como parte o totalidad de un bien que representa una desutilidad a quien lo posee. Un *residuo sólido urbano (RSU)* no es más que un residuo sólido generado por cualquier actividad en los núcleos urbanos, incluyendo tanto los de carácter doméstico como los provenientes de cualquier otra actividad generadora de residuos dentro del ámbito urbano.

La definición anterior se centra en la desutilidad o utilidad negativa inherente al residuo sólido, que es lo que conduce a que el poseedor o productor del bien esté interesado en abandonarlo parcial o totalmente.

De acuerdo a lo expresado, para que un bien o parte de él sea considerado -individualmente o socialmente- como un residuo, basta que la cantidad demandada para su aprovechamiento sea nula o negativa.

Nótese a lo menos dos diferencias importantes entre el residuo sólido urbano y el residuo sólido rural:

- El residuo sólido rural puede ser recuperado naturalmente (alimentación del ganado, abono de la tierra, etc.), o bien eliminado mediante su simple abandono en el campo. El RSU no puede ser eliminado o recuperado naturalmente, debido al lugar en que se genera y a su composición (alta incidencia de materiales no orgánicos).
- Ligado a lo anterior, los residuos orgánicos o combustibles le proporcionan al agricultor una utilidad positiva, prácticamente sin costos adicionales, lo que al menos en parte permite cerrar un ciclo de actividad económica. En cambio, el ciudadano considera al residuo como una molestia y se requiere de una organización social de servicio, con un importante costo adicional, para que se puedan aprovechar los RSU.

Dados los conocimientos tecnológicos de la sociedad actual, sólo un número reducido de bienes son irre recuperables tanto individual como socialmente. Todos los demás bienes presentan una cierta utilidad, ya sea directamente (por ejemplo, una vieja prenda de vestir) o potencialmente como insumos de un proceso de transformación (por ejemplo, los papeles y cartones usados que pueden ser insumos de la fabricación de celulosa, en un proceso de reciclaje).

De ahí que la definición de residuo sólido deba ser entendida en un conjunto dado de condiciones, puesto que un bien o parte de él puede significar -por ejemplo- un residuo para los individuos y en cambio ser aprovechado por un conjunto social.

Hasta épocas muy recientes -y aún en la época actual- los residuos sólidos urbanos (RSU) han sido considerados algo que debe ser eliminado, salvo por la acción de grupos sociales marginados o de pequeñas empresas de recogida manual que han recuperado parte de los residuos para su posterior venta.

Sólo a partir de la industrialización de los procesos de eliminación, se empezó a redescubrir -en su forma social- la vieja idea del aprovechamiento de los RSU.

El problema del tratamiento de los RSU implica en primera instancia conocer en qué condiciones un residuo merece el calificativo de tal, ya que -de no tenerlo claro- se podría desaprovechar posibilidades de reutilización, o bien, crear procesos de transformación para los que no existe demanda y cuyo producto sería -por lo tanto- un residuo. De ahí la importancia de haber precisado claramente el concepto, antes de continuar.

Una vez realizadas estas consideraciones sobre el concepto de RSU, se puede completar esa visión con *una clasificación de los distintos grupos de RSU*:

- Residuos propiamente domiciliarios
- Residuos de mercados y mataderos
- Residuos de centros hospitalarios
- Residuos que provienen de la limpieza y barrido de calles
- Residuos producidos por la limpieza y mantenimiento de playas, zonas recreativas y otros lugares de uso público
- Residuos resultantes de los trabajos de obras en construcción
- Lodos y fangos producidos en la depuración de aguas residuales urbanas
- Residuos procedentes de la limpieza de pozos negros, alcantarillas y similares
- Residuos comerciales y de oficinas
- Residuos urbanos voluminosos
- Residuos resultantes del abandono de vehículos

- Restos de podas, mantenimiento y conservación de zonas verdes
- Residuos correspondientes a la recogida de animales muertos
- Residuos específicos tóxicos y/o peligrosos procedentes de laboratorios, centros de investigación, centros docentes y similares

Se podría elaborar un listado mucho más extenso, si se piensa que -por ejemplo- no se ha incluido los residuos procedentes de mezclas de distintas actividades (agraria, minera,

RESIDUOS DOMICILIARIOS	Restos de alimentos, papel, cartón, plástico, metal, vidrio, textil, etc.
RESIDUOS PELIGROSOS DEL HOGAR	Pilas, limpiahornos, limpiadores de cuarto de baño, limpiadores de alfombras, abrillantadores de muebles, productos en base a cloro, antipolillas, limpiadores a base de amoníaco, tintes, insecticidas, etc.
RESIDUOS COMERCIALES	Embalajes, orgánicos de mercado, plástico, papel, madera, etc.

industrial) y que se generan dentro del núcleo urbano. Como se analizará posteriormente, la diferenciación en la recogida de los distintos tipos de RSU es un factor preponderante a la hora de analizar las posibilidades de reutilización de determinados residuos.

A fin de alcanzar un mayor grado de síntesis en la clasificación antes expuesta y una mejor comprensión de sus diferentes características, *los RSU se pueden agrupar de acuerdo a la fuente de generación* de éstos en el núcleo urbano, de la siguiente manera:

Residuos domiciliarios

Proceden de las distintas actividades de la vida en comunidad. Se presentan en dimensiones manejables y generalmente en recipientes más o menos normalizados (bolsas, contenedores, etc.). Comprenden los residuos procedentes de las viviendas, de la limpieza de calles y veredas, de zonas verdes y de los establecimientos industriales y comerciales cuando son asimilables a los residuos domiciliarios (por ejemplo: material de oficina, restos de comedores de empresas, etc.).

Residuos voluminosos

Son materiales de desecho de origen doméstico que por su forma, tamaño, volumen o peso son difíciles de ser recogidos y/o transportados por los servicios de recogida convencionales. Tal es el caso de muebles, colchones, electrodomésticos, etc. Dado que cada vez será más frecuente el abandono clandestino de estos desechos, es necesario conocer la naturaleza, composición y

cantidad de éstos, con el fin de disponer de los medios adecuados para su recogida, tratamiento y posible recuperación.

Residuos comerciales

Están constituidos por los residuos de la actividad de los diferentes circuitos de distribución de bienes de consumo (por ejemplo, embalajes, residuos orgánicos de mercados y ferias, etc.).

Residuos sanitarios

Son los derivados de actividades sanitarias procedentes de hospitales, clínicas, laboratorios de análisis clínicos, laboratorios de investigaciones biológicas y establecimientos similares, como - por ejemplo- determinadas industrias farmacéuticas. Estos residuos se caracterizan por la presencia tanto de gérmenes patógenos como de restos de diversos medicamentos.

Residuos de construcciones y demoliciones

Proceden de obras menores de reparación domiciliaria. Por ello, se componen de escombros, ladrillos, maderas, vidrios, etc.

Residuos industriales

Son los generados en cualquier actividad industrial y han de recogerse o depositarse en recipientes adecuados, debido a que -en general- se encuentra prohibido su vertido en las redes de alcantarillado público, en el suelo, en el subsuelo, en los cauces públicos o en el mar litoral. Ejemplos típicos de estos residuos son los aceites y los disolventes químicos, entre muchos otros.

1.2. PANORAMA ACTUAL DE LA PRODUCCION Y COMPOSICION DE RESIDUOS.

A grandes rasgos, la producción de residuos y su composición son función de: la población, el nivel de vida y grado de desarrollo económico, los hábitos de consumo asociados a un determinado nivel de renta, los métodos de acondicionamiento de los productos, la época del año, el movimiento de la población durante el período vacacional, el clima, etc. De este modo, se podría asociar las distintas fases de crecimiento económico de un país con un análisis -imaginario- del volumen y la composición de sus basuras.

Lógicamente, la actual evolución de los estadios industriales, agrarios, agroindustriales acarrea un incremento y una diversificación de la producción de bienes y servicios. Esto crea una demanda sobre los recursos naturales e implica una generación importante de residuos sólidos. A pesar de ello, de acuerdo a resultados de la caracterización de residuos (ISWA Sardinia 92)¹, la tendencia actual induce a pronosticar una cierta disminución del ritmo de producción de los RSU y un menor enriquecimiento de su composición.

La cantidad diaria de residuos sólidos urbanos que se generará en América Latina durante el año 1995, será 275.000 toneladas. (informe Cepis, Lima Perú, febrero 1995). Para recolectar esa cantidad de RSU se requeriría contar con alrededor de 28.000 camiones recolectores convencionales. A su vez, para disponer esa misma cantidad en un relleno sanitario se requeriría un espacio de 350.000 metros cúbicos, aproximadamente.

1.2.1. La producción de residuos sólidos urbanos.

La generación de residuos sólidos en América Latina, varía de 0,3 a 0,8 Kg/hab-día, según informes de la Oficina Panamericana de la Salud/Organización mundial de la Salud.

El siguiente cuadro presenta información sobre producción de RSU per cápita, en algunos países y ciudades del mundo.

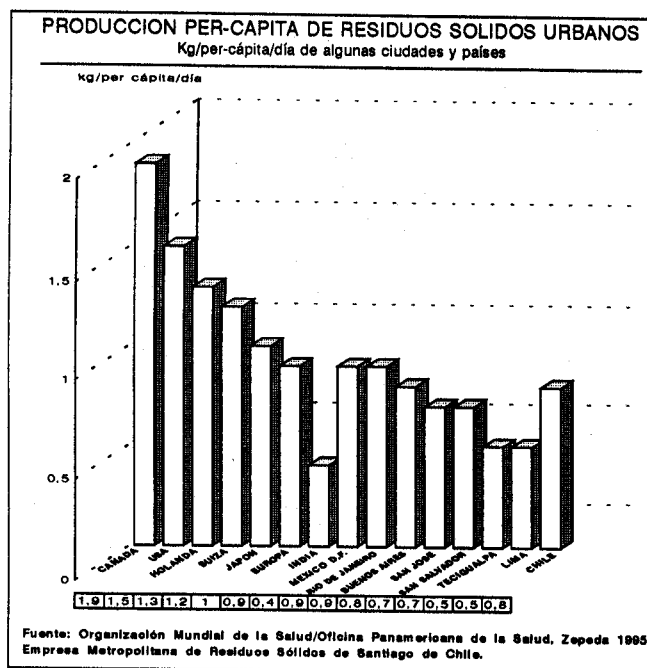
¹ Conclusión del Comité ISWA, International Solid Waste Association / CISA, Centro de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Congreso Sardinia 1992, Sardinia - Italia.

Cuadro N° 1: Producción de RSU per cápita en algunos países y ciudades.

Países	Producción per cápita (Kg/hab-día)	Ciudades	Producción per cápita (Kg/hab-día)
Canadá	1,90	México D.F.	0,90
Estados Unidos	1,50	Río de Janeiro	0,90
Holanda	1,30	Buenos Aires	0,80
Suiza	1,20	San José	0,74
Japón	1,00	San Salvador	0,68
Europa	0,90	Tegucigalpa	0,52
India	0,40	Lima	0,50
		Santiago de Chile	0,80

FUENTE: OMS/OPS (OFICINA PANAMERICANA DE LA SALUD/ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD). CEPIS PERU ZEPEDA 1995.

Gáfico N° 1. Producción per-cápita de residuos sólidos urbanos.



En España, se observan actualmente tasas de producción de RSU del orden de 0,55 a 1,1 Kg. por habitante-día (MOPU, R. Otero del Peral, Informe Secretaría de Estado e Información, Madrid, 1992). Las tasas más bajas son representativas de pequeños núcleos rurales con actividad preponderantemente agrícola (0,55 a 0,82 Kg/hab-día) y las más altas corresponden a zonas residenciales en conglomerados urbanos (0,8 a 1,1 Kg/hab-día). Estas variaciones en peso se producen también de acuerdo con el status social de los barrios de las grandes ciudades, con tasas cercanas a 0,65- 0,75 Kg./hab-día para los de menor nivel de vida, siendo incluso superiores al máximo señalado (1,1-1,2 Kg./hab-día) en los barrios más acomodados.

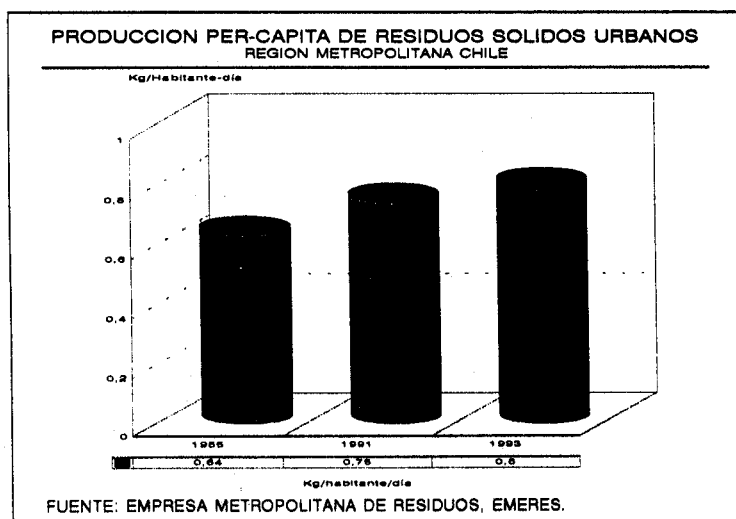
En cuanto a Chile, se cuenta con los resultados de un informe elaborado por EMERES (Empresa Metropolitana de Residuos) para la Región Metropolitana, con los siguientes datos relativos a producción de residuos, general y por estrato socioeconómico:

Cuadro N° 2: Producción de RSU per cápita Región Metropolitana, Chile

Año	1985	1991	1993
Producción per cápita/día	0,64 Kg/hab-día	0,75 Kg/hab-día	0,80 Kg/hab-día

FUENTE: EMERES, Empresa Metropolitana de Residuos Sólidos.

Gráfico N° 2. Producción per-cápita de residuos sólidos urbanos.

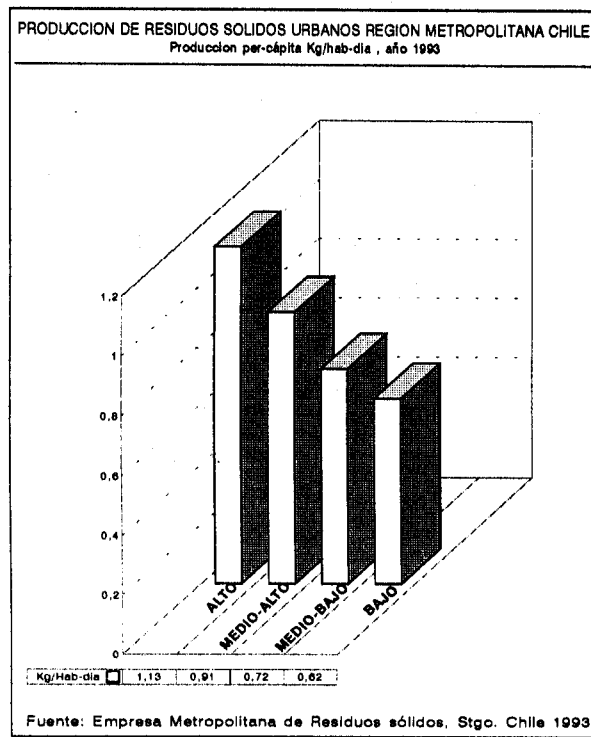


Cuadro N° 3: Producción de RSU per cápita por estrato socio-económico, Región Metropolitana, Chile (año 1993)

ESTRATO SOCIOECONOMICO	Producción de RSU per cápita
ALTO	1,13 Kg/hab-día
MEDIO-ALTO	0,91
MEDIO-BAJO	0,72
BAJO	0,62 .

FUENTE: EMERES, Empresa Metropolitana de Residuos Sólidos.

Gráfico N° 3. Producción per-cápita de residuos sólidos urbanos, Región Metropolitana Chile.



En estricto rigor, es importante acotar que -debido a motivos de carácter práctico en la medición- muchas de las cifras de los cuadros anteriores corresponden a tasas de disposición o a tasas de recolección, pero no a tasas de producción de RSU, las que en general no son iguales entre sí.

A fin de aclarar este último punto, cabe consignar las principales razones por las cuales existe diferencia entre las tasas de producción y las de recolección o disposición final:

- En núcleos pequeños, la dispersión de la población puede influir en que la recogida no se haga extensiva a su totalidad. Los datos de producción de RSU se obtienen generalmente a partir de las cifras en tonelaje obtenidas por los servicios de recogida de basuras, divididas por el número estimado de habitantes.
- Los estratos sociales de inferior nivel de vida pueden producir menos cantidad de residuos en razón de un menor consumo, especialmente si es de tipo más o menos suntuario (papel, plásticos, envoltorios, etc.). No parece que hayan diferencias sustanciales en la producción residual derivada de los modos de alimentación.

Igualmente puede efectuarse "in situ" una cierta recuperación de parte de los residuos, actividad especialmente comprobada en los estratos de menor nivel de vida (recuperación y venta de papeles y periódicos, ciertos envases de vidrio, pan, etc.). Esta modalidad de recuperación domiciliar se efectúa también en las pequeñas aglomeraciones de tipo rural y da lugar a la utilización de residuos para la alimentación de animales domésticos.

- Incluso para algunos barrios, determinadas y tradicionales formas de distribución de los productos alimenticios (comercios de verduras y frutas, bodegas, lecherías, etc.) en que interviene por ejemplo, de forma más significativa la utilización de envases consignados, o bien, existe una menor venta de productos elaborados, pueden provocar una disminución de las tasas de producción de RSU.
- También, las variaciones estacionales suelen influir de forma significativa en las tasas de producción y se corresponden también con las variaciones en la actividad económica (debidas a vacaciones y días festivos). Las variaciones estacionales provocan reducciones o

incrementos en las tasas de producción, según sean núcleos urbanos muy industrializados o ciudades receptoras de veraneantes o visitantes, respectivamente.

11.2.2. La composición de los residuos sólidos urbanos.

El conocimiento de la composición de los residuos domésticos tiene gran importancia para la toma de decisiones en la elección de los sistemas de tratamiento de RSU.

En general, la composición de las basuras es función de:

- El hábitat geográfico de la población.
- La época de producción de los residuos.
- El status o nivel social, de la población.
- Los hábitos de consumo (especialmente el alimenticio).
- El tipo de producción agraria.
- La estructura económica del entorno.
- Las motivaciones exteriores de consumo.

Para obtener una primera aproximación a la composición típica de los RSU, se presenta a continuación una sucesión de cuadros con datos de composición de residuos en distintos países.

De igual manera se encuentra graficada la relación que existe entre el Producto Geográfico Bruto (PGB), la generación de residuos de alimentos y la fracción acumulada por los residuos papel, vidrio, plásticos y metal.

Los países con mayor PGB, responden a un alto porcentaje de residuos inorgánicos, representados por: papel, vidrio, plásticos y metal. En cambio los países de menos ingresos presentan un alto contenido de residuos orgánicos representados por los residuos de alimentos.

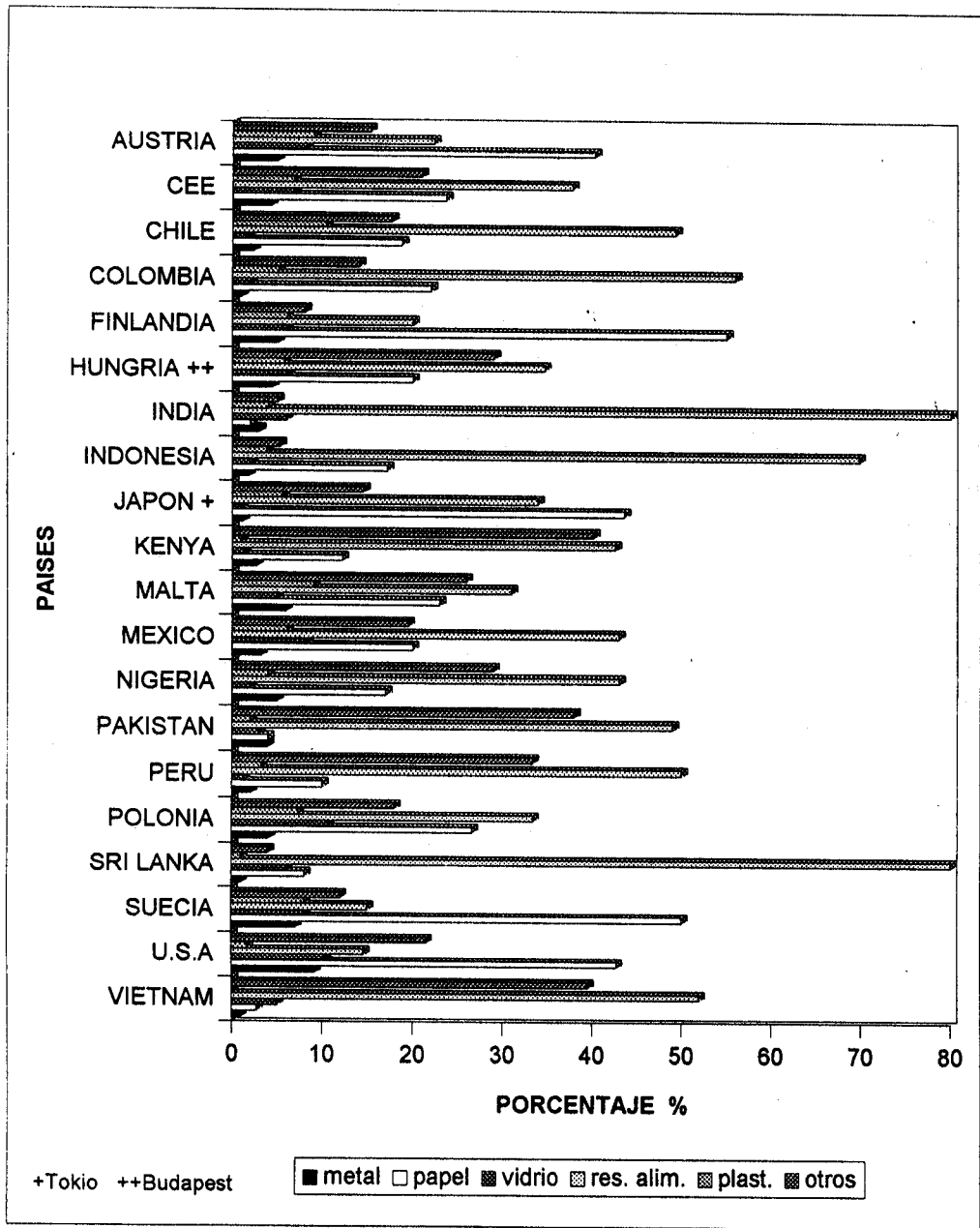
Cuadro N° 4: Composición de residuos domésticos en distintos países del mundo (proporción del peso total)

	AÑO	METAL	PAPEL	VIDRIO	RES./ALIM.	PLAST.	OTROS
HOLANDA	1988	0.032	0.222	0.119	0.500	0.062	0.935
NIGERIA	1990	0.050	0.170	0.020	0.430	0.040	0.71
PAKISTAN		0.040	0.040	0.030	0.490	0.020	0.62
SRI LANKA	1981	0.010	0.080	0.060	0.800	0.010	0.96
SUECIA	1987	0.070	0.500	0.080	0.150	0.080	0.88
U.S.A.	1983	0.092	0.427	0.103	0.146	0.017	0.785
AUSTRIA	1992	0.049	0.403	0.081	0.224	0.090	0.847
COLOMBIA	1989	0.010	0.220	0.020	0.560	0.050	0.86
CHECOSLOVAQUIA	1985	0.062	0.134	0.066	0.418	0.042	0.722
DINAMARCA	1988	0.041	0.329	0.061	0.440	0.068	0.939
INGLATERRA	1985	0.090	0.280	0.080	0.200	0.670	1.32
FINLANDIA	1988	0.050	0.550	0.060	0.200	0.060	0.92
FRANCIA	1992	0.032	0.490	0.094	0.163	0.084	0.863
ALEMANIA (AACHEN)	-	0.030	0.310	0.130	0.160	0.040	0.67
ALEMANIA (BERLIN)	-	0.049	0.218	0.191	0.314	0.060	0.832
INDIA	1980	0.030	0.020	0.060	0.800	0.040	0.95
INDONESIA	-	0.018	0.172	0.021	0.698	0.038	0.947
ITALIA (ROMA)	1980	0.025	0.250	0.013	0.500	0.060	0.848
JAPON (TOKIO)	1988	0.012	0.436	0.010	0.340	0.056	0.854
KENYA	1984	0.027	0.122	0.013	0.426	0.010	0.598
HUNGRIA (BUDAPEST)	1992	0.044	0.200	0.061	0.347	0.057	0.709
VIETNAM	-	0.009	0.027	0.05	0.519	0.000	0.605
POLONIA	-	0.041	0.266	0.106	0.334	0.073	0.78
MALTA	-	0.06	0.23	0.05	0.31	0.09	0.74

ELABORACION: PROPIA, WARNER BOLLETIN, OPS/OMS, BOLETIN CEE.

Gráfico N° 4. Composición de los residuos sólidos urbanos de diferentes países.

COMPOSICION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE DIFERENTES PAISES



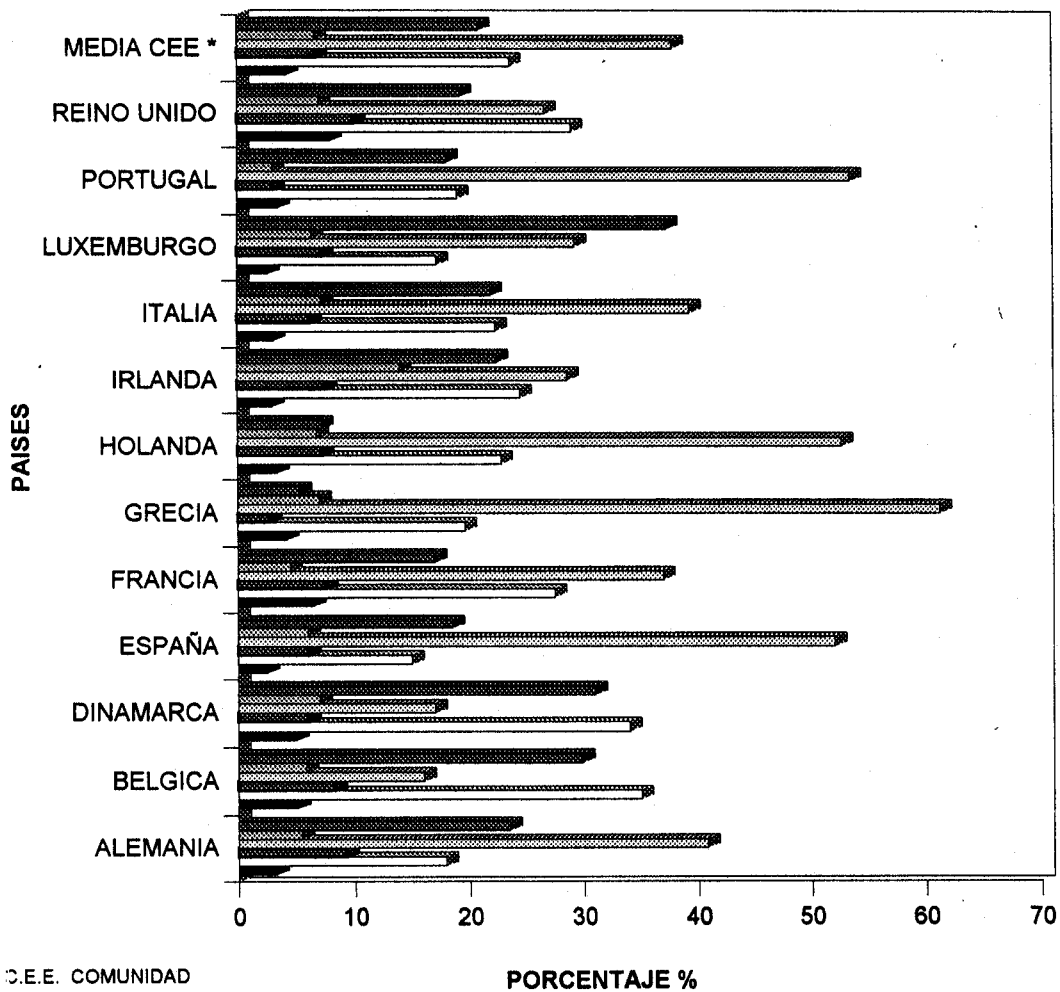
Cuadro N° 5: Composición de los RSU en los países de la Comunidad Europea año 1985 (porcentaje del peso total)

Países	Año	COMPONENTES					
		Papel y cartón	Plástico	Vidrio	Metales	Materia Orgánica	Otros
Alemania	1985	17,9	5,4	9,2	3,2	40,8	23,5
Bélgica	1980	35,0	5,8	8,2	5,1	16,0	29,9
Dinamarca	1980	34,0	7,0	6,0	5,0	17,0	31,0
España	1986	15,0	6,0	6,0	2,5	52,0	18,5
Francia	1985	27,5	4,5	7,5	6,5	37,0	17,0
Grecia	1980	19,6	7,0	2,7	4,2	61,2	5,3
Holanda	1985	22,8	6,8	7,2	3,4	52,6	7,2
Irlanda	1985	24,5	14,0	7,5	3,0	28,6	22,4
Italia	1985	22,3	7,2	6,2	3,1	39,3	21,9
Luxemburgo	1985	17,2	6,4	7,2	2,6	29,3	37,3
Portugal	1985	19,0	3,0	3,0	3,5	53,4	18,2
Reino Unido	1980	29,0	7,0	10,0	8,0	26,7	19,3
Media CE		23,7	6,7	6,7	4,2	37,8	21,0

FUENTE: MOPU (MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS), ESPAÑA.

Gráfico N° 5. Composición de los residuos sólidos urbanos en la Comunidad Económica Europea.

**COMPOSICION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS EN LA COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA C.E.E.
(porcentaje de elementos en peso)**



Es interesante destacar el incremento de los papeles y materias plásticas. Ello se produce fundamentalmente a partir de los años 80, el primero motivado en buena medida por la creciente utilización de computadores e impresoras, el segundo por su mayor uso en la manufactura de productos y envases y en la construcción (PVC, cloruro de polivinilo), ambos casos asociados al desarrollo tecnológico y/o económico observado en la mayoría de los países. Es de destacar también la disminución de la fracción de residuos alimenticios en los países más desarrollados.

En cuanto a Chile, el Estudio y Plan de Manejo de los RSU de las ciudades de Viña del Mar y Valparaíso (Universidad Católica de Valparaíso, año 1995) ha permitido obtener datos de composición de RSU en ambas ciudades, considerando una estratificación socioeconómica, los que se presentan en los cuadros N° 6 y N° 7. Ambas son ciudades costeras del litoral central del país: Viña del Mar, ciudad eminentemente turística, con una población estimada de 303.000 habitantes y una producción promedio diaria estimada de 145 toneladas de RSU en disposición final; Valparaíso, principal ciudad-puerto con una población estimada de 276.000 habitantes y una producción promedio diaria estimada de 132 toneladas de RSU en disposición-final.

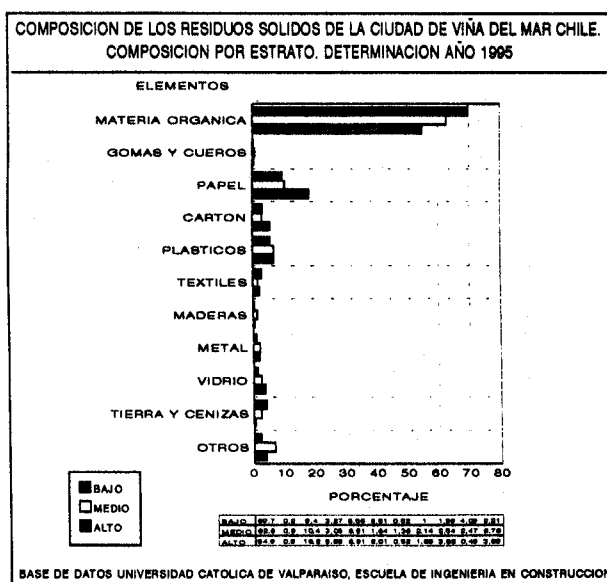
Cuadro N° 6: Composición media de los RSU de la ciudad de Viña del Mar - Chile, por estrato socioeconómico (1995).

Estrato	COMPONENTES DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS										
	Materia Orgánica *	Gomas y Cueros	Papel	Cartón	Plástico	Textil	Madera	Metal	Otro	Vidrio	Tierra y Ceniz
Bajo	69.76	0.2	9.40	3.27	5.55	2.81	0.52	1.00	2.21	1.39	4.09
Medio	62.80	0.8	10.40	3.05	6.81	1.64	1.36	2.14	6.78	2.54	2.47
Alto	54.93	0.5	18.20	5.55	6.81	2.01	0.52	1.85	3.89	3.82	0.49

* Materia Orgánica: se refiere a los residuos de alimentos.

FUENTE: Universidad Católica de Valparaíso, Proyecto BID / MIDEPLAN, Chile 1995

Gráfico N° 6. Composición de los residuos sólidos de la ciudad de Viña del Mar.



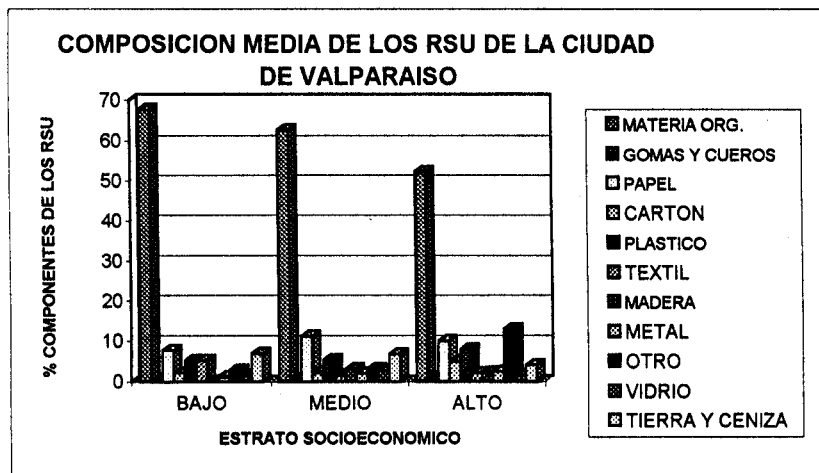
Cuadro N° 7: Composición media de los residuos sólidos de la Ciudad de Valparaíso. Chile por estrato socioeconómico (1995).

Estrato	COMPONENTES DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS										
	Mat. Orgánica *	Gomas y Cueros	Papel	Cartón	Plástico	Textil	Madera	Metal	Otro	Vidrio	Tierra y Ceniza
Bajo	67.70	0	7.64	2.078	5.111	5.158	0.163	1.155	2.70	1.430	6.853
Medio	62.65	0.3	11.07	2.187	5.202	1.578	2.961	1.968	3.09	2.647	6.628
Alto	52.12	0.9	9.95	4.955	7.850	2.055	2.210	2.470	12.8	1.570	3.970

* Materia Orgánica: se refiere a los residuos de alimentos.

FUENTE: Universidad Católica de Valparaíso, Proyecto BID / MIDEPLAN, Chile 1995

Gráfico N° 7. Composición media de los residuos sólidos de la Ciudad de Valparaíso.



Es de destacar la gran diferencia observada entre los distintos estratos socioeconómicos, especialmente en lo referido al porcentaje de orgánicos, lo que implica distintos requerimientos o dificultades de manipulación y tratamiento. Cabe consignar que, en algunos casos, esta diferencia puede deberse a la existencia de actividades no estrictamente domiciliarias (comercios, oficinas, talleres artesanales, etc.) en los sectores de muestreo.

Un aspecto muy importante, derivado de la especial calidad de cada tipo de residuo sólido urbano, es el de permitir analizar "a priori" la capacidad y operatividad de los diferentes sistemas que puedan elegirse para su tratamiento. A tal efecto, se revisarán los principales aspectos de interés: la densidad de los residuos y su humedad

a) Densidad de las basuras.

El cálculo de las medias de volumen de recogida, desde la pre-recogida en origen hasta los dispositivos de almacenamiento para su transferencia o para su tratamiento, debe tener en cuenta: la clase de basuras, su densidad y su capacidad de compresión por los medios habitualmente utilizados.

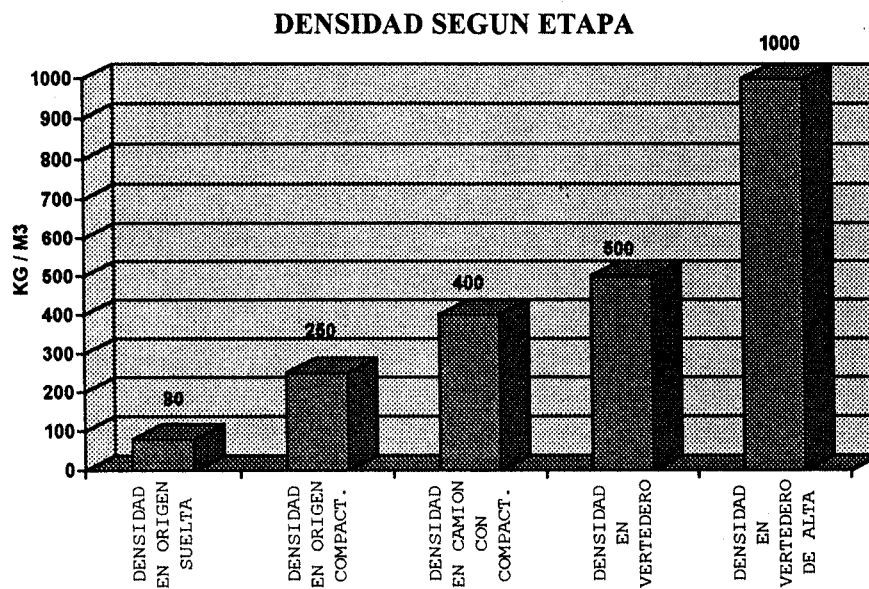
Los sistemas mecánicos de transporte con cajas compactadoras, o de traspase mediante contenedores de compactación estacionaria o semi-remolques autocompactadores, permiten incrementar sensiblemente la densidad de los residuos transportados y de esta forma optimizar los costes derivados de esta operación debido a que aumenta la relación ton/km. (peso transportado por km. recorrido). Conviene obtener una buena relación ton/km., especialmente en los grandes centros urbanos que exigen la eliminación de sus basuras a distancias de 30 Km. o más.

Pero, con el aumento de la capacidad de compactación aumenta también la fragilidad de los elementos mecánicos, en especial debido a las averías que pueden ocasionar algunos residuos atípicos que se presentan en las basuras (rodamientos, piezas metálicas de cierto tamaño, botellas de vidrio, etc.).

La densidad en origen varía desde 80 Kg/m³ hasta 250 kg/m³ en contenedor, para pasar a 400 Kg/m³ en una caja compactadora de recolección convencional, hasta llegar a vertedero

donde se pueden alcanzar cifras entre 500 y 1.000 Kg/m³. Estas cifras son altamente dependientes de la granulometría (tamaño de los fragmentos de residuos), edad y humedad de los residuos.

Gráfico N° 8. Densidad según etapa



Fuente: CEPIS /George Tchobanoglous /UCV

b) Humedad de los RSU.

En las operaciones de recogida, transporte y tratamiento, la humedad es un factor que ocasiona serios problemas. En general, las basuras producidas en los países como América del Sur y del Mediterráneo, como consecuencia de los hábitos de consumo alimentario de productos vegetales poco elaborados, contienen un alto porcentaje en restos orgánicos, lo cual confiere a sus Residuos Sólidos Urbanos la cualidad de poseer un elevado porcentaje de agua.

Cuando la humedad es acompañada por un bajo contenido en papel, cartón, textiles, etc. (capaces de absorber una parte de la humedad), tales residuos son de laboriosa manipulación, debido a su rápida fermentación. Esta fermentación se produce tanto por las características propias del residuos, como por la acción del compactador que hace fluir cantidades importantes de materias líquidas, las cuales mezcladas a los azúcares, grasas, almidones, etc., presentes en las basuras, facilitan todavía más el inicio de procesos de fermentación.

Si se realiza esta fermentación en medio aerobio, puede suponer una ventaja en el caso concreto de aplicación del sistema de tratamiento por compostaje; pero más frecuente es el grave inconveniente derivado de que las materias entradas en fermentación anaerobia producen malos olores, facilitan la proliferación de insectos, e incluso ocasionan serias corrosiones en las partes metálicas de los equipos e instalaciones.

Estas dificultades pueden acrecentarse cuando la recogida y transporte -todavía hoy en numerosos países- se efectúa mediante vehículos no herméticos, con lo que las cantidades de agua aumentan de modo considerable.

Igualmente, el elevado porcentaje de humedad de los residuos latinoamericanos supone un grave inconveniente en el momento de recurrir a la incineración como sistema de eliminación. Ello entraña la necesidad de evaporar, durante el proceso, importantes cantidades del agua presente en los RSU, lo cual no favorece precisamente a las técnicas generales de incineración.

La Universidad Católica de Valparaíso-Chile, ha realizado muestreos tanto en Chile como en España, alcanzando estimaciones de humedad entre un 40% a 60%, para los residuos chilenos y españoles. En cuanto al poder calorífico inferior se han observado sensibles variaciones, por lo que sólo tiene sentido hablar de un valor medio, el que para las basuras de Chile y España oscila entre 700 y 1.600 Kcal/kg.

1.3. GESTIÓN O MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Se denomina gestión o manejo integral de los residuos sólidos urbanos al conjunto de operaciones encaminadas a dar a los residuos producidos en una zona, el destino global más adecuado desde el punto de vista ambiental, especialmente en lo concerniente a los aspectos de carácter sanitario, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, coste de tratamiento, posibilidades de recuperación y de comercialización y directrices administrativas en este campo.

La **cadena de eliminación de los residuos** comprende las siguientes actividades:

1) Prerrecolecta

La acumulación de los residuos en uno o varios recipientes apropiados está a cargo de los usuarios, así como la colocación de los cubos de basura u otros depósitos delante de las viviendas o en los puntos de recolecta, en la fecha y hora establecidas.

2) Recolecta

Mediante vehículos especializados se realiza la operación de recolecta y vaciado de todos los recipientes mencionados.

3) Limpieza

Barrido y lavado de calles, aceras y mercados, recolecta de desperdicios (papeles, botellas, deposiciones de animales, etc.), limpieza de parques, jardines, playas, etc.

4) Transporte

Centralización de los residuos en estaciones de transferencia, cuando el centro de tratamiento se encuentra lejos de los puntos de recogida.

5-6) Tratamiento y valorización

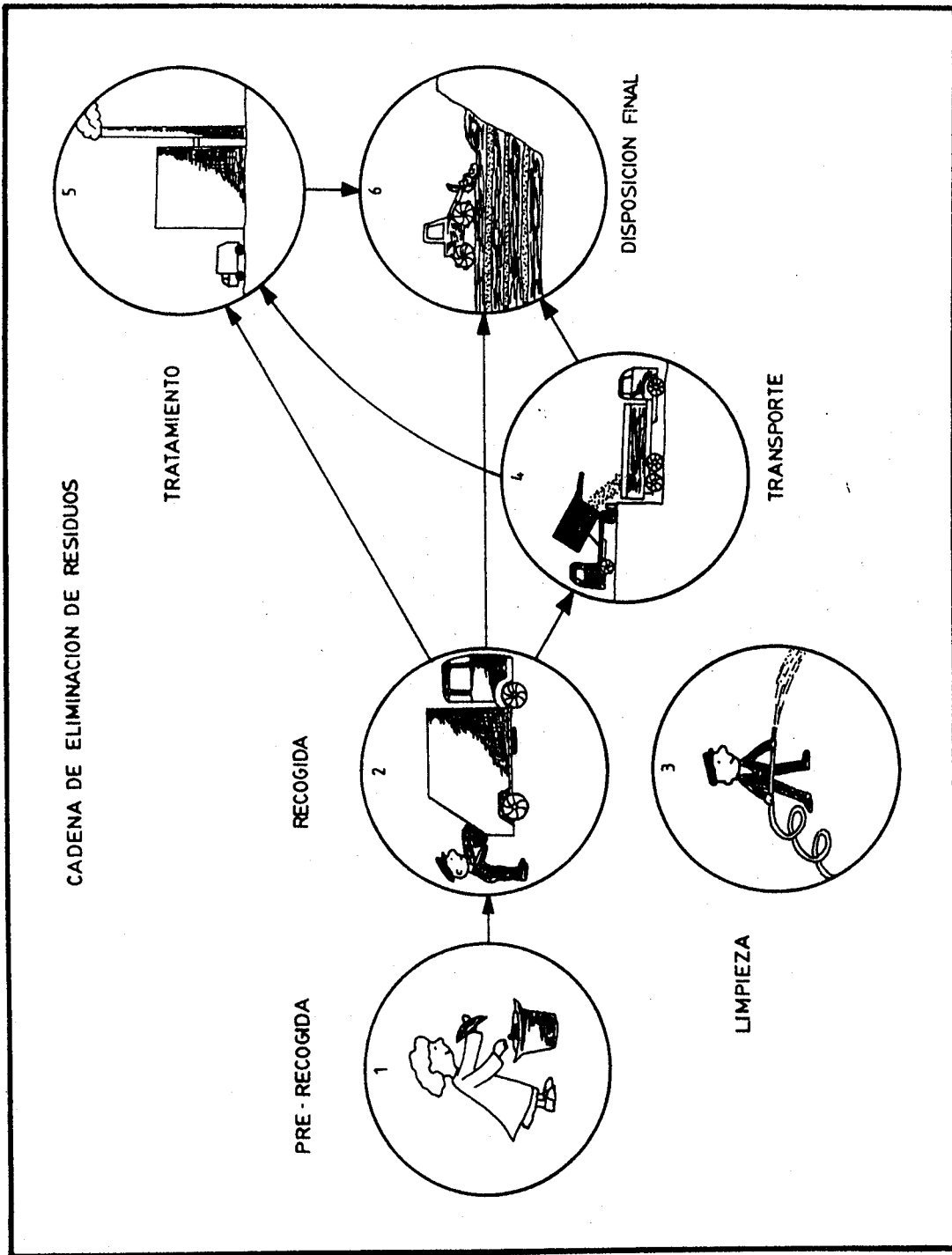
Estas operaciones están destinadas a realizar la transformación de los residuos en las mejores condiciones de higiene y de protección del medio ambiente. Los diversos procedimientos de valorización contribuyen a la mejora de los suelos agrícolas, a la producción de energía y a la recuperación de materias primas.

Para los efectos de este manual, se considerará una gestión integral de los residuos compuesta de las siguientes fases generales:

- Pre-recogida
- Recogida-transporte
- Tratamiento y valoración

A continuación (ver figura 1), se describe brevemente cada una de estas fases, las que serán tratadas in extenso en capítulos posteriores.

Figura N° 1: Cadena de eliminación de residuos.



1.3.1. Fase de pre-recogida

Esta fase comprende desde el momento de generación del residuo al interior de una vivienda o local comercial/industrial hasta su presentación al personal de recolección de los residuos, recibiendo también la denominación de "manejo en origen".

El manejo intraedificacional corresponde al almacenamiento y/o tratamiento al interior de la unidad habitacional o comercial/industrial. Por su parte, el manejo periedificacional corresponde al almacenamiento o forma de presentación de los residuos al exterior de las respectivas unidades, a la espera de ser recolectados por los servicios de aseo.

A pesar de que esta fase no es de la absoluta responsabilidad de los servicios de aseo y escapa en alguna medida a su control, presenta problemas tanto de carácter sanitario como de eficacia y eficiencia del sistema de recolección y transporte. De ahí que no deba soslayarse su importancia dentro de una visión integral de la gestión de residuos sólidos urbanos.

Al interior de las unidades habitacionales o comerciales/industriales, un mal manejo puede acarrear serios problemas sanitarios a quienes están en contacto directo o indirecto con los residuos. Las campañas de educación medioambiental con énfasis en el manejo intraedificacional de los residuos pueden cooperar a una minimización de tales problemas e incluso a que se realice una cierta recuperación y/o separación de residuos en origen.

En cuanto a la recolección de los residuos, uno de los grandes problemas es la casi total anarquía que se observa por parte de los ciudadanos a la hora de depositar sus residuos para que los servicios municipales puedan retirarlos. Es por ello que cada municipio debe establecer ordenanzas que contengan las prescripciones técnicas mínimas que obliguen a presentar los residuos en las condiciones higiénicas más idóneas, y en las horas y lugares previamente establecidos.

1.3.2. Fase de recogida-transporte

Esta fase comprende el conjunto de operaciones de carga-transporte-descarga, desde que los residuos son presentados periedificacionalmente hasta que son descargados por los vehículos recolectores en un punto de tratamiento, o en una planta de transferencia.

Lo normal es que la recolección sea realizada en camiones especialmente acondicionados para tal efecto. No obstante, en el medio rural es posible observar el uso de camiones no especializados, o bien, otros tipos de vehículos, tales como los carros, remolques, volquetes, etc., que son movidos por tracción animal o tractores.

En ocasiones, las exigencias económicas y medioambientales que obligan a transportar las basuras a distancias importantes, no hacen aconsejable que los vehículos de recogida convencionales realicen esta fase del servicio en forma completa. Su alto costo y especialización, así como el hecho de que requieran 3 o 4 personas para su operación obliga a reducir al máximo los tiempos improductivos. La solución habitual consiste en separar la función de recogida de la función de transporte, vaciando los camiones de recogida sobre camiones más grandes y más adecuados para el transporte a distancia de grandes volúmenes de residuos. Esta ruptura del sistema de recogida se efectúa en las denominadas *plantas de transferencia*. (Ver figura N° 5)

La estructura más simple de una planta de transferencia se compone de una plataforma elevada en unos tres metros en relación con el nivel del suelo. Esta plataforma es accesible a los vehículos de recogida por medio de una rampa de acceso y sus dimensiones deben permitir la evolución de un vehículo de recogida. Los camiones de recogida vacían directamente sobre unas tolvas que por gravedad descargan los residuos sobre los contenedores de gran capacidad (25 a 50 m³).

Los compactadores fijos, ubicados en la base de la tolva, compactan la basura que cae en los contenedores, reduciendo el volumen de los residuos y aumentando la capacidad de carga de los contenedores. Según se van llenando los contenedores, son evacuados por camiones provistos de dispositivos especiales para su manejo, y luego transportados al lugar de tratamiento.

El número de camiones necesarios es función de la distancia al lugar de tratamiento y del número de toneladas a evacuar.

En general, se estima necesaria la instalación de plantas de transferencia cuando se genera una cantidad de residuos importantes y la distancia de transporte de los residuos al lugar de tratamiento es superior a 15-20 km.

La fase de recogida-transporte representa entre un 60 y un 80% de los costos globales del manejo de RSU. Por su importancia económica debe ser planificada y administrada cuidadosamente, a lo menos en los siguientes aspectos:

- Frecuencia de la recogida
- Horarios de recogida
- Equipos
- Personal

1.3.3. Fase de tratamiento y valoración

Se entiende por tratamiento y valoración de residuos el conjunto de operaciones encaminadas a su eliminación o al aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos. Los sistemas actualmente más utilizados son: el vertido controlado, la incineración, el reciclado y el compostaje. Si bien aún es muy utilizado el vertido incontrolado para eliminar las basuras, este no puede ser considerado un sistema de tratamiento, sino un simple abandono de las mismas.

El **relleno sanitario o vertido controlado** consiste en la colocación de los residuos sobre el terreno, extendiéndolos en capas de poco espesor y compactándolos para disminuir su volumen. Asimismo, se realiza su cobertura diaria con material adecuado para minimizar los riesgos de contaminación ambiental y para favorecer la transformación biológica de los materiales fermentables.

En cualquier caso, hay que considerar que el vertido es un sistema complementario de cualquier otro tipo de tratamiento, puesto que todas las formas de tratamiento producen restos que hay que eliminar.

La **incineración** es un proceso de combustión controlada que transforma la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos en materiales inertes (cenizas) y gases. No es un sistema de eliminación total, pues genera cenizas, escorias y gases, pero determina una importante reducción de peso y volumen de las basuras originales.

La reducción de peso es aproximadamente del 70% y el volumen del 80 al 90% dependiendo fundamentalmente del contenido de fracciones de combustibles e inertes.

La experiencia indica que este tipo de instalaciones no empieza a ser rentable más que a partir de una capacidad de tratamiento de 500 toneladas/día.

El **reciclado** es un proceso que tiene por objeto la recuperación de forma directa o indirecta de los componentes que contienen los residuos urbanos.

Este sistema de tratamiento viene impuesto por el nuevo concepto de gestión de los residuos sólidos que debe tender a lograr los objetivos siguientes:

- Conservación o ahorro de energía.
- Conservación o ahorro de recursos naturales.
- Disminución del volumen de residuos que hay que eliminar; y
- Protección del medio ambiente.

El reciclado puede efectuarse de dos formas. La primera consiste en la separación de los componentes presentes en las basuras, para su recuperación directa, dando así origen a lo que se conoce como "recogida selectiva". La segunda forma de efectuar el reciclado es partiendo de las basuras brutas, o sea efectuando un tratamiento global de los residuos sólidos urbanos mediante técnicas comunales de la industria minera y metalúrgica, tales como la trituración, cribado y clasificación neumática para lo concerniente a la preparación del residuo y separación de las fracciones ligeras; y sistemas de clasificación por vía húmeda,

electromagnética, electrostáticos, ópticos y flotación por espumas para la obtención y depuración de metales y vidrio.

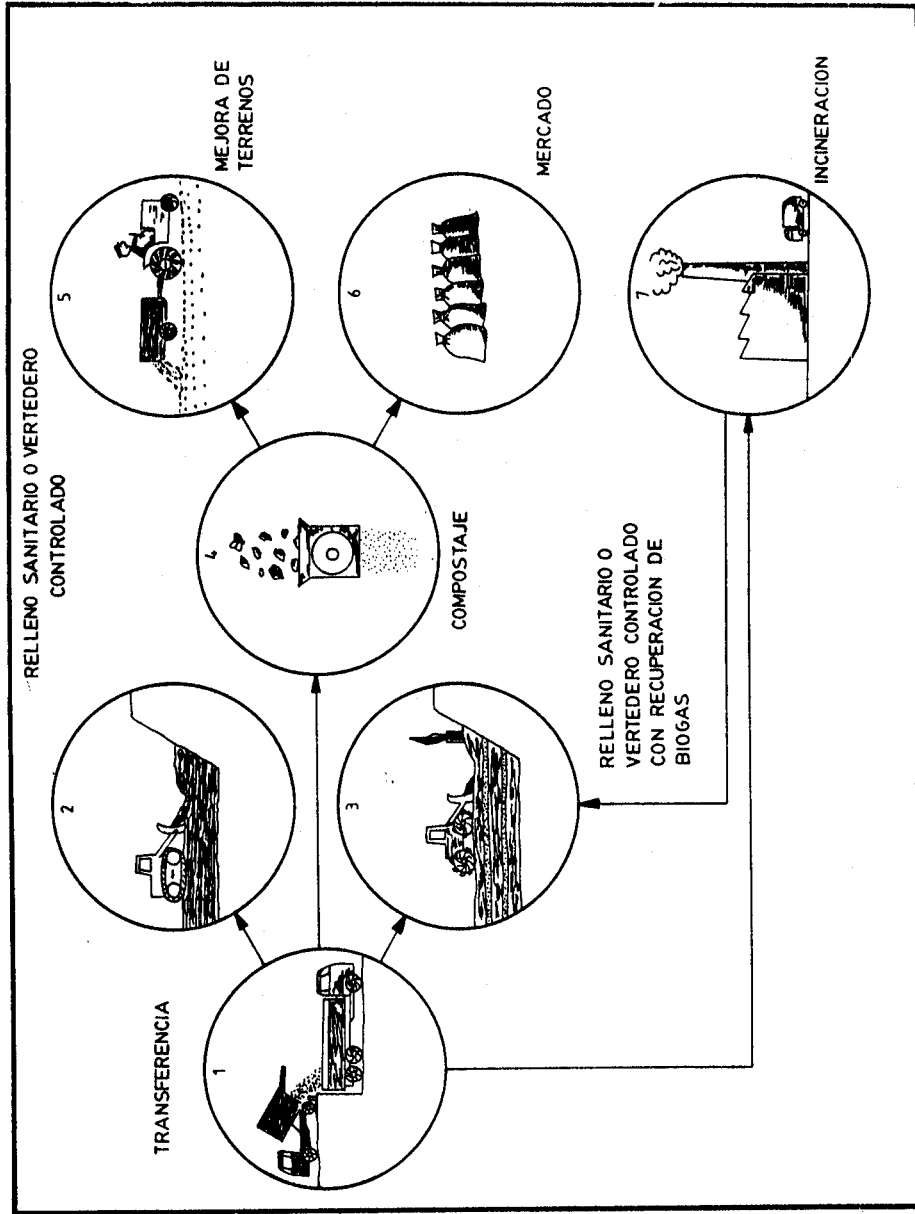
El **compostaje** es un proceso de descomposición biológica, por vía aerobia, de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos en condiciones controladas. Las bacterias actuantes son termofílicas, desarrollándose el proceso a temperaturas comprendidas entre 50 y 70°C, lo que produce la eliminación de los gérmenes patógenos y la inocuidad del producto.

El proceso lleva consigo la separación manual o mecanizada de la mayor parte de los metales, vidrio y plásticos. La fermentación puede ser natural (al aire libre) o acelerada (en digestores). En el primer caso tiene una duración aproximada de tres meses y de 15 días aproximadamente en el segundo.

Realmente se puede considerar como un proceso de reciclaje en el que se recupera la fracción orgánica para su empleo en la agricultura, lo que implica una vuelta a la naturaleza de las sustancias de ella extraídas. El tratar el compostaje como un proceso independiente de los incluidos en el reciclaje, se debe a que el proceso tiene identidad propia. Este se desarrolló cuando hicieron su aparición los sistemas de recuperación integral.

En la siguiente sección se profundiza en las tendencias actuales respecto a tratamiento de residuos sólidos urbanos.

Figura N° 2. Fase de tratamiento y valorización



1.4. TENDENCIAS ACTUALES EN EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS.

Los tres sistemas actualmente más utilizados para el tratamiento y la eliminación de las basuras son el vertido controlado, la incineración y el reciclaje. Dada su incidencia sobre la organización del servicio y sobre los costos resultantes, se señalan algunas de sus principales características.

Una de las principales variables a tener en cuenta en la selección es la correspondiente a la composición de las basuras. Tal como se ha señalado en secciones anteriores, la producción y la composición de los RSU es consecuencia de los hábitos de consumo, a la vez que el nivel de desarrollo económico que impera en un momento determinado tiene una clara influencia sobre la calidad y cantidad de su producción total.

A ese respecto, debe destacarse la relativa estabilidad de una parte de los residuos resultantes -los orgánicos- tanto en volumen por habitante como en su propia composición, porque proceden de determinadas estructuras en la producción agraria que son muy difícilmente modificables: las condiciones climatológicas y edafológicas de un país son casi constantes. Asimismo, la evolución del propio concepto de residuo ha implicado una evolución en los criterios para la selección de técnicas de tratamiento.

1.4.1. Relleno sanitario o vertedero sanitariamente controlado

Tal como se mencionó en la sección anterior, el relleno sanitario o vertido controlado consiste en la disposición de las basuras en terrenos idóneos para ello, generalmente alejados de los núcleos urbanos, mediante su cobertura periódica con materias inertes y teniendo en cuenta un conjunto de medidas de control y cuidados necesarios a tal fin. Exige superficies considerables alejadas de los núcleos urbanos, puede ocasionar por deficiente gestión un impacto ambiental importante y no permite ningún tipo de aprovechamiento de los componentes presentes en las basuras. A su favor presenta la facilidad de su puesta en operación, costos económicos reducidos y la posibilidad de absorber cantidades variables de

residuos a tratar. La vida de la planta es función de su capacidad total y no de la duración del equipo industrial, como sucede en las otras técnicas.

1.4.2. Incineración

Tal como se mencionó en la sección anterior, es el sistema industrial que utiliza la combustión de los residuos como forma de eliminarlos. Ha tenido un auge importante y una amplia extensión hasta el momento presente.

En su primera fase, las instalaciones recurrían a la utilización de combustibles auxiliares para alcanzar el grado térmico necesario al proceso de incineración. Conforme aumentó el nivel de vida y se incrementó la calidad de los productos residuales producidos, éstos permitieron su auto-combustión. Por esa razón, en general, se eliminó el empleo de combustibles externos, pero aumentó la complejidad técnica de las instalaciones y, como consecuencia de ello, los costos de inversión.

A priori, la incineración permite la ubicación de plantas de tratamiento en reducidas superficies y en zonas industriales cercanas a los núcleos habitados, esto último por tratarse de una actividad clasificada como industrial. Los costos de explotación son altos y el mantenimiento de las instalaciones cuidadoso y también costoso. La flexibilidad de estas instalaciones para admitir cantidades variables de residuos es prácticamente nula. Exigen una esmerada gestión, ya que -de lo contrario- las desventajas e impacto ambiental derivados de los humos y acumulaciones de basuras pueden ser considerables.

Como instalación industrial está sujeta a averías y a la necesidad de detenciones periódicas de mantenimiento y revisión. Por tanto, es necesario un sistema alternativo, generalmente el vertedero, para el tratamiento de los residuos durante los periodos de detención de las instalaciones, así como para la evacuación de las cenizas y materiales inertes -escorias- producidas durante el proceso.

Exigen también un aporte exterior de energía (con independencia de la precisa o no a la combustión), para el accionamiento de los equipos de alimentación, carga de hornos,

ventilación, expulsión de humos, etc. Por contra, y a su favor, se ha preconizado la posibilidad que ofrece este tipo de instalaciones para la recuperación de energía en forma de aire, agua caliente, vapor o en forma de electricidad mediante accionamiento de una turbina por el vapor producido. Esto conlleva nuevas e importantes inversiones, sólo justificables en caso de plantas de elevada capacidad de tratamiento.

1.4.3. Reciclaje

Es una denominación incorrecta desde el estricto punto de vista ecológico, ya que -en estricto rigor- sólo se devuelven al ciclo natural (se "re-ciclan") las materias orgánicas recuperadas a través del compost o abono orgánico. Para el resto de las materias serían más adecuadas las denominaciones "**separación de materiales**", "**recuperación**" o "**reutilización**". En todo caso, a lo largo del presente manual se hará referencia indistintamente a ellas como sinónimos del mismo concepto: el aprovechamiento de los materiales presentes en las basuras, para su posterior re inserción en el circuito de producción industrial (los productos de origen industrial), o en el ciclo de producción agrícola (las materias procedentes de la agricultura tratadas para formar compost y/o transformarlas en alimentos para el ganado).

Las plantas de reciclaje, especialmente las de simple compostaje, han tenido un momento de gran auge en los países desarrollados. No obstante, el proceso seguido por las instalaciones de este tipo ha estado lleno de incidencias, debido a su dependencia económica del mercado fluctuante de subproductos y a que precisan de una acción comercial para la venta del abono orgánico. El fracaso de algunas experiencias ha tenido su origen en la errónea consideración del reciclaje como producción. Es decir, ha habido una equivocación en las perspectivas, al esperar que con el producto de la venta se cubrirían los costos e incluso se obtendrían beneficios.

Este tipo de plantas requieren también superficies importantes en zonas no excesivamente alejadas de las aglomeraciones urbanas, y su implantación sólo parece posible en proximidad a los núcleos consumidores de los productos obtenidos (especialmente el "compost", por la incidencia que el coste de transporte puede alcanzar sobre el precio final de venta del

producto). Como instalaciones industriales, están también sujetas a paros y averías y su gestión debe ser cuidadosa, pues de lo contrario la degradación en el entorno de una de estas plantas puede ser muy pronunciada. Debido a las fluctuantes condiciones de mercado, no es fácil mantenerlas operando con utilidades.

Las inversiones necesarias son limitadas, salvo que se utilicen tecnologías complejas, en cuyo caso, además de la fragilidad funcional subsiguiente, los costos pueden llegar a ser muy altos. Otro inconveniente importante es el ocasionado por la recogida no selectiva en bolsas de plástico, cuya consecuencia principal es la producción de rechazos, conjunto de materiales no aptos para el compost ni para la reinserción industrial. Este rechazo -variable según el nivel tecnológico de la instalación-, puede estar formado principalmente por plásticos, cauchos, gomas, tierras, cenizas, etc. En sí, es prácticamente inerte, por lo que puede fácilmente recurrirse a su vertido, lo cual lleva consigo la necesidad de un vertedero auxiliar. También es fácilmente combustible, por lo que puede recurrirse a su incineración para eliminarlo, con la posibilidad subsiguiente de utilizar el calor producido para procesos industriales complementarios a la planta de reciclaje.

Sin embargo, con un mercado favorable, los costos netos de explotación pueden ser bajos y además este tipo de plantas tienen capacidad de tratamiento de tonelajes variables de residuos -siempre dentro de unos límites-. Las posibles deseconomías pueden derivarse de tres grupos de factores: falta de operatividad tecnológica, deficiente solución comercial en la venta de los productos obtenidos y deficiencias de gestión administrativa.

En conjunto, el reciclaje ofrece unas ventajas innegables derivadas del aprovechamiento de materias primas, economía energética, uso racional de recursos naturales, devolución al campo de su riqueza orgánica, etc. Sin embargo, a medida que vaya aumentando el valor de las materias primas, podría darse una limitación de la utilización de las materias que actualmente son objeto residual, bien porque se reduzca su uso o porque se recuperen ya antes de su envío a la planta de recuperación.

Por este motivo, el reciclaje como sistema puede tener poca capacidad para los subproductos industriales. Queda siempre el interés innegable de recuperar el contenido orgánico presente en los residuos para conseguir su retorno al sector agropecuario, con lo

que se reduce el acelerado proceso de agotamiento y erosión de las tierras de cultivo. Puede ser también muy importante el ahorro derivado de la menor utilización de fertilizantes minerales.

Los procesos industriales de reciclaje suponen además un consumo energético a tener en cuenta. Cuando mayor sea la fracción de subproducto a recuperar, mayores y más sofisticados serán los medios necesarios para su recuperación. De ahí que únicamente se justifique la recuperación cuando la diferencia de calidad con las materias primas originales quede compensada por la diferencia de precio.

Cuadro N° 8: Tendencias mundiales del tratamiento y la disposición final.

TRATAMIENTO O DISPOSICION FINAL (año 1990)			
PAIS O REGION	RELLENO SANITARIO	COMBUSTION	COMPOST
ESTADOS UNIDOS	80%	19%	<1%
JAPON	30%	70%	2%
ALEMANIA	70%	30%	3%
FRANCIA	55%	40%	9%
SUIZA	20%	80%	-
SUECIA	40%	55%	5%
ESPAÑA	80%	15%	5%
AMERICA LATINA	98%	<1%	<1%

FUENTE: OPS/OMS (OFICINA PANAMERICANA DE LA SALUD/ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD) FRANCISCO ZEPEDA, CURSO INTERNACIONAL LIMA 1995.

1.5. PROBLEMATICA MEDIOAMBIENTAL DE LOS RSU

Los problemas de la evacuación de residuos pueden ser observados desde los tiempos en los que los seres humanos comenzaron a congregarse en tribus, aldeas y comunidades y la acumulación de residuos llegó a ser una consecuencia de la vida. El hecho de arrojar comida y otros residuos sólidos en las ciudades medievales -la práctica de tirar los residuos a las calles sin pavimento, carreteras, y terrenos vacíos- llevó a la reproducción de ratas, propiciando plagas como la peste bubónica.

La falta de planes para la gestión de los residuos sólidos colocó al mundo bajo riesgo de epidemias. Un claro ejemplo es la peste denominada "muerte negra", que mató a la mitad de los europeos del siglo XIV, causando muchas epidemias subsiguientes con altos índices de mortalidad. No fue hasta el siglo XIX, cuando las medidas de control de la salud pública llegaron a ser de una consideración vital para los funcionarios públicos, quienes empezaron a darse cuenta que los residuos de comida tenían que ser recogidos y evacuados de una forma sanitaria para controlar a los roedores y a las moscas, los vectores sanitarios.

La relación entre la salud pública y el almacenamiento, recogida y evacuación inapropiados de residuos sólidos, está muy clara. Las autoridades de la salud pública han demostrado que las ratas, las moscas, y otros transmisores de enfermedades, se reproducen en vertederos incontrolados, tanto como en viviendas mal construidas o mal mantenidas, en instalaciones de almacenamiento de comida, y en muchos otros lugares donde hay comida y cobijo para las ratas, y los insectos asociados a ellas. El Servicio de Salud Pública de los EE.UU. (USPHS) ha publicado los resultados de un estudio, relacionando 22 enfermedades humanas con la gestión incorrecta de residuos sólidos ².

A través de los años, el medio ambiente (agua, aire, suelo) ha sido el recipiente de todos los productos de desechos resultantes de las actividades humanas. Mientras estos desechos fueron depositados en el medio ambiente en pequeñas cantidades y en forma dispersa, el medio receptor fue capaz de asimilarlos sin sufrir daños o cambios irreversibles, mientras tuvo la capacidad y el tiempo suficientes para inactivarlos, absorberlos, dispersarlos o estabilizarlos. Como consecuencia, el daño causado resultó relativamente limitado y, en

² George Tchobanoglous y otros.

general, los recursos afectados fueron capaces de recobrar la mayoría de sus características originales.

Durante las últimas décadas, la población rural ha venido emigrando en número creciente a los centros urbanos, sumándose a esa migración el incremento vegetativo de la población urbana en sí, lo que ha dado como resultado una concentración demográfica en áreas relativamente reducidas y, en consecuencia, una sobreproducción de residuos. Tanto debido a la cantidad, como a la manera en que los desechos han sido depositados en el medio ambiente de las áreas urbanas, éste no ha podido absorber el impacto de la sobrecarga, generándose un deterioro paulatino, irreversible en algunos casos. Los daños sociales y económicos a consecuencia de esta producción y eliminación indiscriminada de desechos ha llegado a tener tal magnitud, que actualmente son considerados como problemas de primer orden que requieren atención y medidas inmediatas para su control y su solución a corto, mediano y largo plazo.

Así es como en las grandes urbes, los problemas relativos a la contaminación y deterioro generalizado del medio ambiente son ya considerados tanto o más apremiantes que los del aprovisionamiento de agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, transporte y vías de comunicación, ya que la ausencia de un medio ambiente adecuado conduce a que los servicios mencionados se conviertan en actividades irrelevantes para una comunidad con problemas de supervivencia.

En áreas de desarrollo económico reciente -lo que incluye a gran parte de Latinoamérica- los centros urbanos han debido enfrentar los problemas derivados del crecimiento acelerado de la población, agudizado particularmente por una desproporcionada afluencia de la población rural hacia las ciudades. Asimismo, tales problemas se han agudizado debido a la creciente industrialización y al aumento del consumo de artículos de conveniencia desechables.

El vertido, como simple acumulación o abandono de los residuos en espacios destinados a tal efecto, ha sido y es la forma más utilizada para apartar las basuras de los núcleos de población.

Inicialmente el sistema quizá haya partido del principio de que dichos residuos, situados en espacios alejados de los centros urbanos, puedan experimentar de forma primaria un reciclaje natural. Aquí cabría hacer la diferenciación entre materiales residuales que provienen del consumo doméstico (que son recogidos y reciclados a través de la actividad agraria) y otros productos cuya naturaleza los hace impropios para ser aprovechados por los agricultores. Fueron estos últimos productos, precisamente, los que dieron origen a los vertederos.

Esta forma de eliminación es origen de graves atentados contra el entorno, no sólo entendidos como degradación del medio en las proximidades de los vertederos, sino como causa de grave impacto ambiental a mayores distancias. La relación de posibles efectos de deterioro del medio ambiente, ocasionados por los vertederos, se cita más adelante.

A esta forma de tratamiento de los residuos, la denominaremos **vertido incontrolado**, en contraposición al controlado. El crecimiento de las aglomeraciones urbanas ha ocasionado la subsiguiente dificultad: disponer de terrenos hábiles para ese vertido incontrolado de los residuos. El incremento de la tasa de producción de basuras por habitante y día, así como la disminución de la densidad de las mismas, han generado mayores cantidades y volúmenes de materiales residuales a eliminar. Este efecto condiciona todavía más la disponibilidad de espacios aptos para el vertido, a la par que contribuye a agotar los existentes.

Por otro lado, el crecimiento industrial ha generado nuevas e importantes masas de residuos que también es preciso evacuar. Residuos que, bien sea por la limitación volumétrica de los centros de vertido, bien sea por la peligrosidad manifiesta de algunos de ellos, se han visto sistemáticamente rechazados en los vertederos. Este hecho y la inexistencia de áreas de vertido habilitadas para la entrega organizada de este tipo de residuos, han extendido la malsana práctica de lo que se viene denominando **vertidos clandestinos**, entendidos como la simple deposición de los residuos, sólidos o no, (gran parte de las veces de procedencia industrial o asimilables) en cualquier espacio y de cualquier forma. Esta situación se ha visto favorecida por otras circunstancias que parece conveniente señalar, entre ellas la inexistencia de áreas de vertido habilitadas -ortodoxamente o no- para la entrega organizada de estos tipos de residuos. En muchas ocasiones este tipo de vertido disperso e incontrolado da origen denominado **microvertedero incontrolado**.

En muchos países, existe un grave vacío legal en materia de protección ambiental. Nótese la laguna legal que implica la arbitraria figura de la responsabilidad sobre los efectos de los residuos que queda trasladada al transportista, una vez que éste ha efectuado la operación de recogida y carga de su vehículo, con lo que el industrial puede desentenderse de las consecuencias últimas que puedan generar los residuos por él producidos. Esta práctica sirve además de amparo para el vertido también salvaje de restos de la construcción y derribos, detritus de fosas sépticas, desechos agro-ganaderos y también de las propias basuras domiciliarias.

La consecuencia es el grave deterioro ambiental del entorno, -estético y también sanitario- que no es tan poco frecuente contemplar en los alrededores de los núcleos de población.

Uno de los posibles efectos del vertido no controlado de residuos es la contaminación de aguas subterráneas, como consecuencia de su contacto con líquidos producidos en el vertido. Esta puede ocasionarse porque los propios líquidos de lixiviación de la masa vertida alcancen a las aguas subterráneas o por la percolación producida por las aguas superficiales - generalmente de lluvia- que, una vez han atravesado el vertido, entran en contacto con corrientes subálveas. También puede deberse a la elevación del nivel freático, que hace que las aguas subterráneas se contaminen por contacto directo con los residuos o con los lixiviados. Este tipo de daños puede ser especialmente importante en aquellas aglomeraciones urbanas que se surten de captaciones profundas de agua, o zonas agrícolas que emplean para riego aguas de pozo. La contaminación de aguas superficiales ordinariamente es más ocasional y se ve disminuida por su mayor volumen de dilución.

El gas metano producido como consecuencia de la fermentación anaerobia de la materia orgánica contenida en las basuras, con una buena práctica de vertido, debe emigrar al exterior, pero puede acumularse en bolsas, lo cual supone un peligro potencial tanto para el vertedero (riesgo de incendio o de explosión) como para las edificaciones situadas en su proximidad. A este riesgo de incendio debe añadirse la práctica habitual de encender las basuras para reducir su volumen y aprovechar así intensivamente los espacios disponibles para el vertido, o para facilitar el triaje. La cremación, sea cual fuere su origen, comporta ordinariamente la emisión de humos y gases tóxicos, cuando no irritantes y malolientes, cuya extensión en la atmósfera produce impacto hasta distancias considerables. El problema es

especialmente serio si las materias en combustión contienen caucho. Además, en condiciones de inversión térmica, la incorporación de humos en la atmósfera, puede contribuir a la formación de nieblas que se acumulen sobre las vías de comunicación.

Desde el punto de vista estético cabe tener en cuenta la observación de un comité de expertos de la Organización Mundial de la Salud (OMS): "La riqueza material no basta para asegurar un bienestar mental y social del hombre. Le hace falta también un medio físico donde pueda llevar una vida agradable y tranquila. Los detritus de que están alfombradas las ciudades y los campos, constituyen uno de los más flagrantes atentados a la belleza del ambiente".

En síntesis, los principales problemas medioambientales de los RSU son:

- La proliferación de vectores (roedores, insectos, gusanos, etc.), agentes portadores de enfermedades.
- Emanación de olores, como resultado de la descomposición de materia orgánica.
- Contaminación de aguas superficiales y subterráneas por líquidos provenientes de la descomposición de los residuos.
- Deterioro estético, como resultado de la presencia y/o acumulación de residuos en lugares inadecuados.

Todos estos problemas constituyen costos para la sociedad, que de una manera u otra afectan a cada uno de los ciudadanos de un país.

PRINCIPALES PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES PROVOCADOS POR VERTEDEROS INCONTROLADOS

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• <i>ENFERMEDADES</i>• <i>OLORES</i>• <i>CONTAMINACION DE AGUAS</i>• <i>DETERIORO ESTETICO</i> |
|---|

1.6. PROBLEMATICA ECONOMICA DE LOS RSU Y EL ROL DEL ESTADO

La generación de RSU, sus características físicas, y su gestión son todos influidos por el ingreso familiar y algunas variables de precio. Debido a varias razones, no pareciera que el comportamiento económico privado sea suficiente para rendir resultados óptimos desde un punto de vista social en lo que respecta a la generación y gestión de RSU.

Varios estudios a nivel mundial indican que la generación de RSU está positivamente relacionada con el ingreso promedio, lo que seguramente refleja el impacto neto de varias relaciones implícitas, tales como los efectos del ingreso sobre el consumo, sobre la distribución de consumo entre bienes y servicios, y sobre la demanda por calidad ambiental.

Como señalan *David N. Beede y David E. Bloom* en su artículo "The Economics of Solid Waste" (en "The World Bank Research Observer", volumen 10, número 2, agosto 1995):

"La calidad ambiental es probablemente como muchos de los bienes: los hogares de altos ingresos probablemente exijan más que los hogares de bajos ingresos y estén dispuestos a pagar más por ello. Además, la complejidad y distancia (en tiempo o espacio) de la salud y las implicaciones estéticas del aire, tierra, y la agua de baja calidad hacen probable que los hogares con mayor educación tengan más fuertes preferencias por la calidad ambiental. Esto refuerza el efecto del ingreso sobre la demanda por calidad ambiental porque los ingresos más altos se encuentran asociados con niveles más altos de educación (Baumol y Oates 1988)."

"La asociación positiva entre ingreso y generación de RSU puede reflejar también el efecto neto de los salarios más altos sobre la cantidad de desechos producidos por las actividades hogareñas. Los salarios más altos se asocian normalmente con una valorización más alta de tiempo y por lo tanto con compras mayores de alimentos preparados, que generan más desechos de empaque y menos derroche de trozos alimentarios, menos uso de carbón o madera para calentar y cocinar (que generan cenizas) y mayor confianza en la electricidad o el metano, y menos esfuerzo dedicado a reciclaje de residuos para ganancia pecuniaria personal. Así, los salarios más altos afectan no solamente la cantidad de RSU que se genera,

sino también su composición y el grado en el que los hogares procesan los residuos antes de desecharlos.”

“Una cantidad de variables de precio también influyen los comportamientos que afectan la generación, composición, y gestión de RSU. Estando todo lo demás igual, los mayores precios de mercado ofrecidos por reciclables crean los incentivos para hogares y firmas para reunir, limpiar, y transportar los materiales extraídos desde la basura para la venta y reutilización. El precio que debe pagarse para la eliminación de la basura también afecta las acciones de hogares y firmas. Por ejemplo, los residentes de Seattle, Lavan. pagan una tarifa por cada receptáculo de basura normalizado que ellos presentan para la recolección. Esto ha conducido al "pisoteo Seattle", ya que los residentes tratan de comprimir tanta basura como sea posible en un receptáculo para minimizar sus costos de recolección (Richards 1993). En los países en vías de desarrollo, las opciones menos costosas para la eliminación de basura - tirarlas en espacios públicos o quemarlas en espacios abiertos- son frecuentemente las más populares (Bartone y Bernstein 1993). Aunque baratos desde el punto de vista de desembolso y de efectos ambientales para aquellos que queman o arrojan la basura, estos actos pueden imponer grandes costos sobre la sociedad. Pueden ocasionarse problemas estéticos, ambientales y de salud, especialmente en áreas urbanas densamente pobladas. La contaminación del abastecimiento de agua ocasionada por la descarga de basuras en fosas no demarcadas ni selladas y la contaminación del aire producida por la quema de basuras en los sitios de descarga o en toscos incineradores pueden ocasionar también problemas urgentes de limpieza y salud, particularmente si los RSU contienen materiales peligrosos. Sin un reembolso, los hogares individuales no tienen incentivos para escoger una forma de disposición de basuras más costosa pero menos dañina para la sociedad. Es muy difícil recolectar pagos voluntarios desde otros hogares que se benefician de los mejores métodos de eliminación, porque la regulación privada del uso de propiedad común es dura para controlar e imponer. Además, aún cuando el mercado para la gestión de servicios reflejase el consentimiento de personas que viven hoy para pagar para la calidad ambiental, ésto no reflejaría las preferencias de las futuras generaciones que serán forzados a sostener los costos de prácticas actuales de gestión. Los hogares y las firmas a las que se deje usar dispositivos o recursos propios pueden cosechar los beneficios de evitar inversión en una eliminación de residuos medioambientalmente sana, pero ellos dejan un legado de daño mucho mayor a las futuras generaciones.”

La vida en comunidad conduce a que las personas o las familias no tengan plena libertad para decidir cómo manejar los residuos que generan, ya que un manejo beneficioso para algunos puede implicar costos a otros miembros de la comunidad (externalidades negativas).

A pesar de que sería posible una cierta concertación entre las distintas familias que conforman una comunidad para manejar en conjunto sus residuos, no se espera que de tales decisiones se alcance el mínimo costo social. Además, los residuos sólidos urbanos no son sólo domiciliarios. De ahí que lo habitual es que el Estado asuma la responsabilidad de la gestión de residuos sólidos urbanos, sea por cuenta propia o mediante servicios de terceros

Además, los recursos de propiedad común y las externalidades intergeneracionales crean los incentivos para hogares y firmas a subconsumir servicios en el mercado privado para la gestión de RSU. Debido a que los beneficios de algunos tipos de gestión de RSU a hogares y firmas son inferiores a los beneficios para la sociedad, las intervenciones óptimas de gobierno son aquellas que logran acoplar lo más estrechamente posible los incentivos privados y sociales para la eliminación de RSU.

En general, las entidades estatales más directamente involucradas con la gestión de los RSU son el Ministerio de Salud Pública, a través del organismo respectivo y las autoridades locales.

El Ministerio de Salud Pública debe cooperar con la función legislativa en la dictación de normas sanitarias relacionadas con la recolección, transporte y tratamiento de los RSU y debe constituirse en el principal elemento fiscalizador de su cumplimiento e -idealmente- actuando además como un organismo de apoyo a la gestión que realizan las autoridades locales en estos aspectos.

Las autoridades locales, específicamente los municipios (ayuntamientos, en otros países) deben ocuparse de la gestión operativa de los residuos sólidos en sus fases de recolección-transporte y tratamiento, sin perjuicio de que puedan entregar la totalidad o parte de ellas en concesión a particulares, o bien, realizarlas en conjunto con otros municipios.

Con el objeto de financiar los costos de recolección y tratamiento de los residuos, los municipios cobran generalmente una tarifa o tasa a las familias y a los locales comerciales/industriales, la cual se percibe simultáneamente con determinados impuestos. Además, los municipios fijan un canon especial por concepto de recolección y eliminación de los residuos de origen comercial o industrial que excedan un determinado volumen mínimo.

El gobierno tiene acceso a una cantidad de instrumentos de política que puede ejercer para intentar alcanzar un óptimo social. De acuerdo a *Beede y Bloom* en su artículo ya citado, éstas son:

TARIFAS VOLUMÉTRICAS Y PAREJAS. El gobierno puede emprender una o más de las tareas de recolección, transporte, procesamiento y eliminación de RSU, cargando ya sea una tarifa volumétrica (un cargo por unidad de volumen de desecho manejado) o un impuesto (una cantidad pareja por hogar). Una tarifa volumétrica da a los hogares y firmas un incentivo para reducir la basura residual, ya sea cambiando su manera de producción o consumo, reciclando, o mediante quema o descarga ilícita.”

“En un análisis de la recolección con cargas volumétricas, Repetto y otros (1992) estimaron que el daño ambiental y la cantidad de la basura hogareña presentada a la recolección sería considerablemente reducida cargando a los hogares un costo que reflejase totalmente los costos de recolección y eliminación. El estudio usó datos del período 1980-1989 sobre cargas de RSU recolectadas y el tonelaje de residuos recolectada y depositada en vertederos mediante un muestreo de catorce comunidades en los Estados Unidos. Diez de estas comunidades tenían impuestas tarifas volumétricas. Los resultados sugieren que un cobro de \$1,50 por un recipiente de 32 galones (que generalmente contiene cerca de 9,5 kilogramos) indujo a los hogares a reducir el residuo presentado a la recolección en un promedio de 18 por ciento per cápita (0,2 kilogramos per cápita por día). Cuando los costos se combinaron con un programa para reunir materiales reciclables desde los hogares, la reducción aumentó a más de 30 por ciento.”

“Un impuesto parejo cobrado a todos los hogares como parte de sus rentas o impuestos de propiedad puede ser la manera más efectiva para ciudades de países en vías de desarrollo para pagar por la gestión de RSU, para reducir el incentivo para descargar RSU ilegalmente,

y posiblemente subsidiar la gestión de RSU para barrios pobres. Tal arreglo ha financiado 100 por ciento del costo de la gestión de RSU en Santiago, Chile. En Santiago, Caracas, Sao Paulo, y Río de Janeiro se cobra a todos los hogares en base a los costos históricos de manejo de RSU. A causa de la baja inflación en Chile, las tarifas cobradas en Santiago se han mantenido en conformidad con los costos del manejo de RSU. En las otras ciudades, la acelerada inflación ha conducido a consistentes subestimaciones de los costos de gestión; como resultado, las tarifas cobradas han cubierto sólo 10 a 70 por ciento de los costos de programa (Bartone y otros 1991). Aunque estos impuestos no provean un incentivo para reducir la presentación de RSU a la recolección, en los países en vías de desarrollo es probable que la mayoría de los materiales reciclables o reutilizables hayan sido recuperados durante el tiempo en que los RSU se mantienen afuera para la recolección.”

PLANES DE DEPÓSITO-REEMBOLSO. Fullerton y Kinnamon (1993) presentan un modelo teórico donde la descarga o la quema ilícita son opciones para la eliminación de RSU y el daño ambiental resultante es mayor que el de vertederos sanitarios o incineración. En tales circunstancias, un sistema de depósito-reembolso para reciclar la basura puede ser una política más eficiente que imponer cargas volumétricas. La ventaja clara es que incentiva a los hogares y firmas a no descargar o quemar RSU ilegalmente. Además, puede ser más barato administrar un sistema de depósito-reembolso que controlar el comportamiento de eliminación de muchos desechadores ilegales en pequeña escala. Chipre, Egipto, India, Líbano y Siria tienen sistemas de depósito-reembolso para recipientes de vidrio de bebidas carbonatadas. Australia, Canadá, Francia, Alemania, Suiza, y los Estados Unidos tienen sistemas de reembolso-depósito para diversos tipos de recipientes de bebida; y los países Escandinavos están considerando los sistemas de depósito-reembolso para productos seguros que contienen mercurio y cadmio, tales como las pilas (Rey, Crosson, y Shogren 1993). Si los beneficios de estos programas, incluyendo los beneficios estéticos, excederán los costos, incluyendo el costo de oportunidad de tiempo de las familias, es algo que no se encuentra aclarado enteramente (ver, por ejemplo, Porter 1978).”

POLÍTICAS DE INCENTIVO DE PRECIOS E IMPUESTOS. Las políticas de incentivo que indirectamente afectan los precios son también una opción. Los costos pueden imponerse sobre mercaderías al menudeo para reflejar sus costos esperados de eliminación. Esta política es menos precisa que las cargas volumétricas porque no influye directamente

sobre las decisiones de eliminación. Puede afectar las decisiones de consumo, sin embargo, y de ahí en adelante la composición de RSU. Si un sistema de cargas volumétricas es demasiado costoso de operar, como probablemente sería el caso en países en vías de desarrollo, los impuestos de empaque pueden ser una política del tipo “second-best”. Una política relacionada sería gravar el contenido de materiales vírgenes de las mercaderías en el punto de producción para reflejar sus costos de eliminación. Esta política puede ser más fácil de administrar que las cargas al detalle y daría a los productores, y finalmente a los consumidores, un incentivo claro para favorecer los materiales reciclables por sobre los materiales vírgenes.”

“Un problema con estas políticas es que cualquiera de las variaciones en los costos de eliminación dentro del mercado geográfico del producto significarán que el impuesto reflejará en forma imprecisa el costo de eliminación local. Otro punto es el impacto en la distribución al menudeo o el contenido virgen de las cargas dispuestas. Alguna evidencia, por lo menos para los Estados Unidos, indica que los hogares de bajo ingreso es más probable que compren tamaños pequeños de mercaderías envasadas que compras en volumen, quizás porque ellos carecen el espacio de almacenaje o no pueden empozar sus limitados fondos en almacenar alimentos. Así, los hogares de bajo ingreso pueden comprar más empaque por unidad de producto que los hogares de altos ingresos, lo cual sugiere que los impuestos a la venta minorista y a los materiales vírgenes serían regresivos (Rathje y Murphy 1993).”

“Las políticas de gobierno bien intencionadas que influyen los precios pueden tener consecuencias imprevistas e indeseables sobre la calidad y alcance de la gestión de RSU. En la India, Indonesia, y otros países en vías de desarrollo, por ejemplo, los gobiernos subvencionan la producción de fertilizadores químicos, sofocando con ello el desarrollo de mercados agrícolas para el compost. Incluso el compost no solamente reduce el uso de fertilizador, sino también reduce la contaminación de escurrimiento al mejorar la capacidad del suelo para impedir el escurrimiento de fertilizante después de las precipitaciones.”

ESTABLECIMIENTO DE INCENTIVOS. Quienes diseñan las políticas pueden crear incentivos que indirectamente afectan el comportamiento de eliminación de RSU. Por ejemplo, en los países industriales se presenta frecuentemente una resistencia local al

establecimiento de instalaciones de eliminación de RSU. El así denominado activismo NIMBY (“no in my back yard”, “no en mi jardín posterior”) puede también presentarse en los países en vías de desarrollo, aún si los gobiernos autoritarios están tratando de establecer y construir instalaciones benignas con respecto al medio ambiente. Los anteriores vertederos en los países en vías de desarrollo han sido casi universalmente tan pobremente administrados que muchos gobiernos tienen poca credibilidad cuando sostienen que las nuevas instalaciones se administrarán bien. Una solución potencial podría estar en fomentar la discusión en las localidades y realizar un referéndum si el gobierno o una firma propone que se construya una instalación de eliminación de RSU dentro de sus fronteras. Esto fomentaría que los constructores de la instalación escogieran comunidades cuyos votantes estuvieran dispuestos a aceptar el paquete menor de compensaciones -aquellas comunidades menos afectadas por la instalación o más necesitadas de la compensación.”

“Por ejemplo, la provincia de Alberta, Canadá, ideó un proceso exitoso para establecer una instalación de tratamiento de residuos peligrosos. Después de prospectar sitios para su conveniencia técnica, los representantes del gobierno de Alberta se reunieron con funcionarios de las jurisdicciones en que se hallaban los sitios. Las localidades tuvieron la elección de participar o de salirse del proceso. Una vez que el gobierno provincial redujo los sitios potenciales restantes, cada de las cinco comunidades restantes realizó un referéndum para medir el apoyo para la instalación propuesta. Setenta y nueve por ciento de los votantes en el Lago de Cisne aprobó la instalación, aunque no se pagase ninguna compensación a la comunidad como una condición para ubicarla allí. La economía de Lago de Cisne se basaba en las industrias de aceite y gas, lo que significaba que la comunidad estaba familiarizada con las operaciones peligrosas. Además, la instalación representó una oportunidad para el pueblo para diversificarse en una nueva industria.”

“Después de la apertura de la instalación en 1987, el apoyo comunitario permaneció fuerte, principalmente porque los operadores de la instalación tuvieron cuidado para permanecer disponible a responder las preguntas del público (La Greca, Buckingham, y Evans 1994).

LA EDUCACION. Otra política de gobierno sería educar a los hogares sobre las implicaciones sanitarias y estéticas de las prácticas indeseables de gestión de RSU (Bartone y Bernstein 1993; Ohnesorgen 1993). En los Estados Unidos a comienzos de los 1900's,

por ejemplo, se establecieron ligas juveniles en muchas ciudades para educar a la población sobre la eliminación y la manipulación apropiada de residuos sólidos (Melosi 1981). Los enfoques más sofisticados a la educación masiva podrían usar radio, televisión, y programas de escuela.”

LA INVESTIGACION Y DESARROLLO. Puede haber desinversión en la investigación y desarrollo de prácticas socialmente eficientes de gestión de RSU. Los empresarios generalmente no tienen ningún incentivo para desarrollar los métodos de pequeña escala e intensivos en mano de obra que pueden ser muy apropiados para países crecientes. Es difícil cosechar mucha ganancia de métodos que son fáciles de imitar y baratos de implementar. Los gobiernos pueden corregir este problema por la investigación suplementaria sobre el desarrollo de técnicas baratas de gestión o arreglos institucionales para manejar RSU en formas amistosas con respecto al medio ambiente.”

A fin de cumplir de forma adecuada con las obligaciones de su competencia, los municipios tienen la posibilidad de agruparse, pudiendo así mejorar la rentabilidad de sus equipos.

En lo que concierne a la ejecución de los servicios correspondientes, los municipios o grupos de éstos pueden escoger entre varias fórmulas, a saber:

- La explotación en administración directa, en la cual el municipio realiza las inversiones necesarias, contrata personal y se encarga directamente de dirigir los servicios.
- La explotación por mediación de una empresa especializada, en cuyo caso las funciones están a cargo de una empresa privada, con la cual se firma un contrato a largo plazo.
- Una fórmula intermedia consiste en confiar los servicios a una empresa privada, mediante contrato, una vez que el ayuntamiento ha realizado todas las inversiones necesarias.

La necesidad de confiar la gestión de estos servicios a un especialista, además de la importancia y regularidad de las actividades de organización y control de los servicios, han movido a numerosas colectividades en los países más desarrollados, a encargar la resolución

de estos problemas, o parte de ellos, a empresas especializadas prestatarias de servicios. La prestación de servicios se ha convertido en un elemento complementario de los servicios municipales, con los cuales el trabajo se realiza en estrecha relación y bajo el control permanente de las autoridades locales.

Como plantean *Beede y Bloom* en su artículo ya citado:

“Puede ser más eficiente para un gobierno comunal contratar servicios de manejo de RSU en vez de proveer los servicios por sí mismo. La búsqueda de lucro por parte de las firmas generalmente presenta un mayor incentivo y flexibilidad que las burocracias de gobierno, para redistribuir rápidamente trabajadores y capital físico con respecto a circunstancias cambiantes y para diseñar e implementar innovaciones reductoras de costos. La llave a la privatización eficiente de la gestión de RSU está en promover la licitación competitiva por firmas privadas (y aún para agencias públicas). Para obtener las potenciales ganancias en eficiencia, el gobierno debe ser capaz de retener contratistas responsables de su desempeño. Mientras mejor especifique el gobierno las tareas que busca realizar, incluyendo el establecimiento de normas para prácticas sanas con respecto al medio ambiente, más fácilmente puede evaluar el desempeño del contratista. Y mientras más efectivo sea el mecanismo del gobierno para penalizar el desempeño pobre, mayor la probabilidad de que la provisión privada de servicios de gestión de RSU sea más eficiente que la provisión pública (Donahue 1989).”

Las empresas privadas pueden realizar las siguientes prestaciones:

- Proporcionar asesoría y asistencia técnica a los responsables locales, con el objeto de ayudarles a estructurar mejor la organización de los servicios de limpieza, o bien a implantar nuevos equipos de mayor rendimiento.

- Asumir una parte de los servicios municipales, por ejemplo: la recogida de los residuos de origen doméstico, o bien la explotación de la planta de tratamiento final, para resolver algún problema en particular.

Encargarse totalmente de los servicios municipales, desde la recogida de residuos, barrido de las calles, tratamiento de los residuos, hasta los servicios especiales: recogida de escombros, mantenimiento de parques y jardines públicos.

De acuerdo a *Beede y Bloom* en su artículo ya citado:

“Estudios empíricos de servicios de recolección privada de RSU en Canadá, Reino Unido y los Estados Unidos han encontrado que generalmente los servicios públicos no competitivos de recolección son menos eficientes que la contratación competitiva por firmas privadas. Algunos de los estudios encontraron, sin embargo, que la competición abierta -permitiendo la salida y entrada libre de firmas dentro del mercado regulado de recolección de RSU- era el menos eficiente de los tres modos de entrega de servicio. Alguna evidencia muestra que las agencias públicas que licitan contra firmas privadas por contratos son tan eficientes como sus competidores; las ganancias de eficiencia en un ambiente competitivo no dependen de la forma de propiedad del servicio de recolección (Donahue 1989).”

“Una revisión de los servicios privados de RSU en América Latina confirma que una razón de su eficiencia es la efectiva verificación y regulación por parte del gobierno. Desafortunadamente, a veces tanto las empresas de recolección municipal como las privadas descargan RSU en vertederos abiertos en vez de disponer adecuadamente como sí ocurre en vertederos sanitarios intensivos de Buenos Aires, Caracas, y Santiago.”

En definitiva, el Estado, por intermedio de los organismos públicos señalados y/o contratando los servicios de entes privados, debe ocuparse de que se alcance un óptimo social, tanto a través de la dictación y fiscalización de la normativa y regulaciones apropiadas, como a través de la gestión más eficiente desde una perspectiva social.

1.7. EXPERIENCIAS DE MANEJO DE RSU EN PAISES NO DESARROLLADOS

En una comunidad organizada, le corresponde a la autoridad decidir cómo enfrentar la recolección, transporte y disposición final de la basura. No obstante, en términos generales, las autoridades latinoamericanas han considerado el manejo de los desechos producidos por los ciudadanos como una tarea necesaria, pero de carácter secundario, lo que ha conducido a una reducida aplicación de recursos financieros y de tecnología para atender las exigencias urbano-ambientales.

La creciente formación de megalópolis constituidas por varias ciudades independientes, han acrecentado especialmente los problemas de disposición final de los RSU, por cuanto la escasez de lugares de vertido ha dificultado la práctica corriente de transportar los desechos fuera de los confines de las ciudades y eliminarlos en forma expedita y con gastos mínimos, en lugares frecuentados y fuera de la vista del público.

La alternativa de retener los desechos dentro de los límites urbanos es poco satisfactoria, ya que en términos generales la tierra tiene gran demanda para otros usos más lucrativos. Por su parte, el vertido fuera de tales límites implica recorrer distancias cada vez mayores. Asimismo, existe una competencia cada vez mayor de parte de distintas ciudades por los escasos lugares de vertido disponibles.

David N. Beede y David E. Bloom en su artículo "The Economics of Municipal Solid Waste" (en "The World Bank Research Observer", Volumen 10, número 2, Agosto 1995) presentan el siguiente panorama de algunas experiencias de manejo de RSU en países en vías de desarrollo:

‘Las experiencias en los países en vías de desarrollo son diferentes de aquellas de Estados Unidos y de otros países. El carácter del problema de RSU difiere desde una ubicación a otra, dependiendo de las características físicas del residuo sólido y de la geografía local. En Bangkok y Shanghai, las calles estrechas hacen que la recolección del residuo sea difícil. El carbón, que genera cantidades considerables de ceniza, se usa todavía ampliamente para calentar hogares en Shanghai, aunque la ceniza como un porcentaje del torrente de RSU ha

disminuido desde mediados de 1980's. Las tasas de generación de RSU per cápita son aproximadamente 50 por ciento más altas en el verano a causa de un aumento estacional en residuos alimentarios de frutas y vegetales (Pupilo y Li 1993).”

“A pesar de la diversidad en países en vías de desarrollo, surgen varias generalizaciones de una revisión breve de las experiencias de gestión de RSU en un muestreo de ubicaciones de países en desarrollo: Bangkok, Dar es Salaam, Jakarta, Ciudad de México, Shanghai, y Taiwan (China).”

UN PROBLEMA CRECIENTE. El residuo sólido no es solamente un problema considerable a lo largo del mundo en desarrollo, sino también un problema creciente, parcialmente a causa del crecimiento de la población y parcialmente porque el aumento de los ingresos per cápita en una parte importante del mundo en desarrollo ha conducido a una generación ascendente de residuo per cápita ascendente.”

“Desde 1982 a 1989, la generación diaria de RSU per capita en Bangkok aumentó desde 0,6 a 0,9 kilogramos (Muttamara, Vlsvanathan, y Alwis 1992/93). Los residentes de Ciudad de México generan sobre 1,0 kilogramo de RSU per capita al día, lo que dobla el valor estimado en el decenio de 1950, con aún un crecimiento más rápido en la generación per cápita de residuos nobiodegradables (Meade 1992). La generación de RSU per capita diaria de Shanghai de 0,80 kilogramos se traduce en 2,50 millones de toneladas métrica al año, 1,31 millones de toneladas métrica por sobre la cifra de principios del decenio de 1980 (Ward y Li 1993). En Taiwan (China), la generación per capita aumentó un promedio de 4,8 por ciento al año desde 1980 a 1991 (Taiwan, China 1992).”

RECOLECCION Y URBANIZACION. La proporción urbana de la población de países en vía de desarrollo aumentó desde 25 a 46 por ciento entre 1970 y 1991. Además, la tasa anual de crecimiento de población urbana en los países en vías de desarrollo ha acelerado desde un promedio de 3,7 por ciento en el decenio de 1970 a 6,3 por ciento en el decenio de 1980 (aunque el menor valor promedio anual total de población de crecimiento para países en vías de desarrollo desaceleró desde 2,2 por ciento en el decenio de 1970 a 2,0 por ciento en el decenio de 1980 (Banco Mundial 1993). Estas tendencias, combinadas con el ingreso per cápita ascendente en muchos países en vías de desarrollo, han conducido a

concentraciones crecientes de RSU en áreas metropolitanas. Es probable que estas tendencias hagan aumentar el costo promedio de recolección, procesamiento, y eliminación y agoten las capacidades administrativas de los gobiernos urbanos. Sobre 20 por ciento del residuo sólido en Bangkok se cree es descargado en canales de la ciudad o quemado (Muttamaral V'svanathan, y Alwis 1992/93). En 1988 la población de Dar es Salaam (cerca de 1,5 millones de personas) generó sobre 1.040 toneladas a 1.340 toneladas de residuo al día. El sistema de la ciudad para manejar residuos sólidos involucra recolección y transporte por el camión a unos vertederos abiertos a más de seis kilómetros afuera la ciudad, pero el alcance y la eficacia de este sistema son limitados. Sólo alrededor de 180 toneladas de RSU son recolectados cada día por la ciudad con treinta camiones que operan sobre un número limitado de calles accesibles (Yhdego 1991). En Jakarta, el gobierno urbano y las compañías privadas juntas sólo recolectaron el 60 a 80 por ciento del RSU. Ellos transportan el RSU a sitios no cercados en las cercanías de la ciudad, donde parte de él se quema. Una parte importante del remanente se quema al aire libre dentro de la ciudad, descargado en los canales de agua locales, o se dejan para su descomposición sobre lotes inutilizados de tierra. Ciudad de México usa 2.000 vehículos de recolección (incluyendo barrenderos de calle), de los cuales sólo 60 a 65 por ciento están generalmente en condición activa en todo momento (Meade 1992). En la recolección de Shanghai existe uso intensivo de mano de obra, y el residuo se transporta a los vertederos mediante camiones y barcazas. Debido a que sólo el 60 por ciento de los camiones que transportan residuos son cubiertos (cerrados), mucha basura se esparce a lo largo de las calles y se derrama en los canales de agua durante el proceso (Ward y Li 1993).”

EFECTOS ADVERSOS DE LA ELIMINACION Y PROCESAMIENTO DEFICIENTE. Las prácticas deficientes de eliminación y procesamiento tienen efectos adversos serios sobre la calidad de aire, agua, y tierra. Sobre 90 por ciento del RSU recolectado en Bangkok se dispone a cielo abierto, siendo compostado o incinerado el 10 por ciento (Muttamara, Visvanathan, y Alwis 1992/93). La mayoría del residuo familiar de Dar es Salaam se desecha en fosos abiertos cerca de los hogares, sobre calles, en mercados, o en los canales de drenaje (Yhdego 1991). Algo se quema. Además, el vertedero principal de la ciudad, que se aisló bastante cuando se estableció en 1965, está ahora cerca de varias comunidades y vierte lechada al cercano Río Luhanga (Yhdego 1988). La mayoría de los vertederos de Shanghai presentan malos olores, concentraciones de insectos y lechadas que contaminan el agua

potable local (Ward y Li 1993). En 1984 el gobierno de Shanghai construyó una simple planta de compost de RSU con una capacidad de 300 toneladas métricas al día, en que los RSU son compostados en grandes recipientes cercanos durante un mes y entonces se ponen en rejillas y se clasifican por el tamaño de partícula. Debido al mal control de calidad, sin embargo, el compost se contamina pesadamente con vidrios, plásticos, y metales y es por lo tanto de relativamente poco valor a granjeros locales (Ward y Li 1993).”

GENERALIZACION DEL SECTOR INFORMAL DE RECICLAJE. Los hogares de Bangkok normalmente separan periódicos, revistas, cartulina, y botellas desde su residuo sólido para los recolectores puerta a puerta. Los basureros (“cachureros”) de calle realizan una selección de elementos reciclables desde los recipientes de calles, las tripulaciones de recolección gastan estimativamente 40 por ciento de su tiempo en realizar clasificaciones para materiales reciclables que ellos pueden vender para complementar sus ingresos, y los basureros (“cachureros”) escogen sobre el resto en los vertederos. Los basureros (“cachureros”) y recolectores de basura venden elementos reciclables en pequeña escala a talleres de reciclaje cerca los vertederos (Muttamara, Vlsvanathan, y Alwls 1992/93). En Ciudad de México, los trabajadores de recolección clasifican reciclables que ellos pueden vender para complementar sus ingresos. Esto se ha vuelto cada vez más difícil, sin embargo, porque la cantidad y el valor de materiales reciclables declinó dramáticamente en 1982, cuando la crisis económica condujo a las familias a un mayor cuidado con el derroche (Meade 1992). En Dar es Salaam, existe considerable “cachureo”, bajo condiciones muy difíciles, el que tiene lugar tanto en el vertedero principal como a lo largo de la ciudad (Yhdego 1991). Alguna extracción organizada de reciclables tiene lugar en los vertederos de Shanghai (Ward y Li 1993). A lo largo de Jakarta se estima que 30.000 a 60.000 basureros (“cachureros”) extraen materiales reciclables tales como vidrio, papel, cartulina, metales, madera, goma, huesos, y textiles desde el torrente de residuos. Ellos venden estos materiales a empresarios a pequeña escala quienes los ralean, limpian, fajan, y los venden a otros intermediarios que se especializan en determinados materiales, que a la vez los transportan y venden a fábricas de reciclaje.”

Beede y Bloom han proyectado una tasa de 2,7 por ciento anual de incremento en la generación de RSU en los países en vías de desarrollo, lo que aproximadamente dobla el valor proyectado de aumento en los países industriales. Los hallazgos de una encuesta

Gallup a nivel mundial también sugieren que la capacidad de los sistemas de gestión de RSU es débil en muchos países en vías de desarrollo. No obstante, estiman que existen señales alentadoras de que el desarrollo económico conduce a más fuertes estructuras institucionales y a un consentimiento para experimentar e invertir en proyectos que puedan aliviar problemas duraderos de gestión de RSU en formas apropiadas al nivel de un país de desarrollo.

A pesar de las mayores inversiones que deben realizarse para un eficaz manejo integral de los RSU, éstas debieran justificarse al compararlas con los costos económico-sociales de una inadecuada gestión de RSU. Los beneficios económico-sociales de un mejor manejo integral no sólo se observarían en los aspectos propiamente sanitario-ambientales (reducción de enfermedades, mejoramiento de la calidad de las aguas, reducción de olores y mejoramiento estético), sino también en otros de carácter más propiamente económicos como -por ejemplo- la recuperación de tierras. Además, es de importancia considerar que estos beneficios estarían disponibles tanto para las generaciones actuales como para las futuras.

En el siguiente Anexo se presentan algunas cifras promedio correspondientes a la realidad latinoamericana, provenientes de diversas fuentes.

ANEXO
ALGUNOS DATOS ESTADISTICOS DE LA GESTION
DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS EN AMÉRICA LATINA

Los razones producción/eliminación de residuos disponibles en América Latina no son necesariamente aplicables a todos los países de la región. Sin embargo, algunas razones pueden servir como elementos descriptivo-analíticos.

1. Características de los residuos de origen doméstico

- Producción: 0,8-1.5 kg. cápita/día.
- Contenido de humedad: de 35 a 60%.
- Poder calorífico inferior: entre 600 y 2.400 Kcal/kg.
- Generación de residuos voluminosos: de 6 a 8 kg/cápita/año.

2. Recogida de residuos de origen doméstico

- Un camión recolector de 12 a 16 m³ de capacidad puede servir para unos 10.000 habitantes como promedio.
- Kilometraje anual de un camión recolector en zona urbana: 30.000 km.

3. Estación de transferencia de RSU

- Distancia mínima de transporte: 15 km. entre el centro de gravedad de la recogida y la disposición final o planta de tratamiento.

4. Disposición final : densidad de los residuos in-situ

- Vertido controlado: de 0,6 a 0,8
- Vertido compactado: de 0,7 a 1
- Posterior a la trituración y fermentación: 1

5. Trituración y compostaje

- Trituradora:
Potencia mínima: 100 kw,
Caudal: hasta 50 t/h
- Temperatura de fermentación:
superior a 60°C durante 5 días, como mínimo.

6. Incineración

- Contenido de polvo de los gases:
de 75 a 600 mg/Nm³ según la capacidad de la planta.
- Temperatura de los gases durante el proceso:
superior a 750°C durante más de 2 seg.
- Contenido de monóxido de carbono:
inferior a 0,1%.
- Contenido en elementos no quemados de las escorias:
inferior a 6%.

7. Recuperación o reciclaje

- Recogida selectiva
Cantidades recuperadas:
papel: 1 kg/cápita/mes
vidrio: 0,8 kg/cápita/mes
- Compost
Producción: equivalente al 50% del peso de los residuos, aproximadamente.

2. ASPECTOS GENERALES DE IDENTIFICACION Y FORMULACION DE PROYECTOS DE INVERSION

2.1. INTRODUCCION

2.1.1. ¿Qué es un proyecto de inversión?

Un *proyecto de inversión* es una decisión sobre el uso de recursos con el objetivo de incrementar, mejorar o mantener la producción de bienes o prestación de servicios y/o incrementar, mejorar mantener o recuperar la capacidad de generación de beneficios de un recurso humano o físico. Esta decisión se puede materializar en una obra física y/o en una acción específica.

Un proyecto de inversión puede ser llevado a cabo por inversionistas privados o por el Estado. En el primer caso, se invertirán recursos de propiedad privada y se esperará obtener un beneficio para los inversionistas privados. En el segundo caso, se invertirán recursos de propiedad social y se espera obtener un beneficio para la sociedad.

No obstante, en ambos casos, *los proyectos de inversión surgen como reconocimiento de la existencia de necesidades insatisfechas que el proyecto de inversión sería capaz de satisfacer.*

Ejemplos ilustrativos:

Idea de proyecto : Establecimiento de vertedero mancomunado de basuras para dos ciudades.

Posible necesidad : solucionar problemas de saturación de vertederos actuales y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos en la fase de disposición final de las basuras de ambas ciudades.

Idea de proyecto : Renovación de la flota de vehículos recolectores de basuras.

Posible necesidad : Mejorar la eficiencia del sistema de recolección de RSU.

- Idea de proyecto : Realización de una campaña de educación medioambiental.
Posible necesidad : Aumentar y mejorar la cooperación de la ciudadanía en la fase de pre-recogida de RSU.
- Idea de proyecto : Instalación de una planta de incineración de RSU.
Posible necesidad : Diversificar las formas de tratamiento final de RSU, dado el colapso de los vertederos actuales.
- Idea de proyecto : Concesión a privados de la explotación de un vertedero municipal
Posible necesidad : Mejorar la eficiencia de la fase de disposición final, mediante la contratación de los servicios de empresas privadas
- Idea de proyecto : Contenerización de la recogida en un sector de la ciudad
Posible necesidad : Mejorar los rendimientos de recogida en zonas de tránsito saturado y/o de difícil acceso

Los ejemplos anteriormente señalados indican que no siempre un proyecto de inversión requiere la aplicación de grandes cantidades de recursos, ni debiera implicar la creación de una nueva unidad productiva.

Puesto que un proyecto de inversión implica la aplicación de recursos económicos escasos o limitados que podrían obtener un beneficio en otras actividades (usos alternativos de los recursos), resulta imprescindible emprender *estudios de preinversión* que permitan su adecuada formulación y una evaluación económica que otorgue cierta seguridad de que el beneficio que se obtendrá será mayor que el que se obtendría en otras alternativas disponibles o que la actividad se realizará a un menor costo.

2.1.2. Etapas de un estudio de preinversión

Un estudio de preinversión está compuesto por dos elementos: la *formulación o preparación* del proyecto y la *evaluación* del mismo. El objetivo final es evaluar la conveniencia del proyecto, pero para estimar los elementos necesarios para la evaluación se requiere una adecuada formulación (o preparación) que permita anticipar la forma y las condiciones en que éste operará.

Un estudio de preinversión es habitualmente caro, especialmente cuando se requiere obtener datos, procesarlos y generar información relevante que permita reducir el riesgo. Mientras el estudio se mantenga en el plano del uso de información secundaria y de las intuiciones o

estimaciones gruesas ello no es necesariamente así, pero apenas se avanza en un estudio más profundo, el costo del estudio aumenta considerablemente. Por ello, *la metodología general para un estudio de preinversión comprende una serie de etapas sucesivas*, a través de las cuales se va avanzando gradualmente en la complejidad y calidad del estudio, siempre y cuando las etapas anteriores así lo hagan aconsejable.

Es decir, en vez de realizar de una vez un estudio definitivo, de alto costo, para un proyecto que finalmente resulta no conveniente, la no conveniencia del proyecto podría haber sido detectada en un estudio previo más barato, no siendo necesario invertir en un estudio más complejo y caro.

En este punto, nótese que *la conveniencia a priori de un proyecto depende de muchos factores*, siendo varios de ellos no controlables por el inversionista:

- La existencia real de la necesidad insatisfecha prevista
- La capacidad real de que el proyecto satisfaga la necesidad que lo origina
- Los aspectos tecnológicos imperantes
- El marco jurídico y económico imperante
- Los aspectos financieros
- Los usos alternativos de los recursos para inversión y su rentabilidad
- Etc.

Incluso, es importante hacer notar que un proyecto cuya evaluación resultó favorable puede fracasar en su implementación o ejecución efectiva debido a que no fue ejecutado en la forma planeada y/o existieron cambios en las condiciones de entorno respecto de las previstas originalmente.

Las etapas de un estudio de preinversión son :

a) Identificación de la idea de proyecto

En esta primera etapa se precisa la(s) necesidad(es) insatisfecha(s) o problema(s) a resolver y los objetivos que se pretende alcanzar con el proyecto en relación a ellos. Asimismo, se visualizan algunas posibles alternativas de solución o formas alternativas del proyecto.

b) Estudio a nivel de perfil

Estudio que permite realizar una primera prueba de viabilidad de la idea de proyecto, considerando un número mínimo de elementos, a partir de información existente, el juicio común y/o la experiencia.

Comprende generalmente:

- *Definición precisa del problema*, a partir de las necesidades que el proyecto podría satisfacer.
- *Planteamiento de alternativas de solución*, lo que implica afinar las alternativas de solución formuladas en la etapa anterior y que conduce a distintas formas alternativas para el proyecto.
- *Inventario y análisis de las condicionantes para llevar a cabo la idea*, lo que implica analizar el mercado y su tamaño, la disponibilidad de insumos, tecnología, monto de inversión requerida y marco institucional y político, todo ello en base a información existente y juicio de los analistas, con estimaciones gruesas.
- *Análisis de la viabilidad técnico-económica de la idea*, lo que implica decidir en base a los resultados de la fase anterior y a una evaluación económica si no existen elementos que hagan inviable la idea. La viabilidad de la idea está ligada a la de las distintas alternativas formuladas, lo que implica determinar la viabilidad técnico-económica de cada una de las alternativas propuestas. Si a este nivel se estima que la idea es inviable, es rechazada; en caso contrario, es aceptada, pudiendo ser mantenida "en carpeta" o bien continuar con el siguiente estudio.
- Si procede, *definición de las características del siguiente estudio*, lo que implica fijar los "términos de referencia" para el siguiente estudio, que considerará sólo las alternativas cuya viabilidad técnico-económica fue probada en la fase anterior.

Debe hacerse notar que esta primera etapa no se requiere -en general- la participación de un "proyectista" o "cuerpo de analistas", siendo ella más bien responsabilidad del inversionista y de sus colaboradores cercanos. Una idea de proyecto relativamente sencilla podría ser aceptada incluso en esta etapa, si algunos cálculos básicos de evaluación así lo aconsejasen.

c) Estudio de prefactibilidad

El objetivo fundamental de este estudio es analizar las distintas alternativas para el proyecto, usando datos mucho más detallados y afinados que los de la anterior etapa, a fin de -en una primera fase- descartar algunas alternativas y perfeccionar las restantes y -en una segunda fase- evaluar desde una perspectiva técnico-económica las alternativas preseleccionadas y seleccionar la mejor alternativa de proyecto.

Para ello, se requiere conocer para cada alternativa:

- Existencia de una demanda factible de alcanzar con el producto o servicio y proyectarla
- Disponibilidad (en cantidad, calidad y costo razonable) de insumos
- Características de un proceso técnico viable
- Macrolocalización
- Monto de la inversión
- Estimación de ingresos y egresos
- Evaluación en base a indicadores de rentabilidad

d) Estudio de factibilidad

Este es el estudio definitivo de preparación y evaluación, que determina la conveniencia o no de llevar a cabo el proyecto en la forma de la alternativa seleccionada en la etapa anterior. Aquí se realizan los siguientes subestudios, muy afinados al nivel necesario para el proyecto en cuestión:

- Estudio de mercado
- Estudio técnico
- Estudio organizacional y legal
- Estudio financiero

Con todos estos estudios -que más adelante se revisarán con cierto detalle- se debe llegar a tener muy bien especificadas las características de operación del proyecto, habiéndose llegado a estimar los ingresos de fondos y egresos de fondos operacionales y no operacionales del proyecto a lo largo de su vida útil.

Una vez finalizados tales subestudios, es posible proceder a la *evaluación económica definitiva*, que debiera conducir a una decisión de inversión o no-inversión.

e) Proyecto definitivo

Incluye el estudio de factibilidad más el diseño final de ingeniería. Posteriormente, se procede a la ejecución y puesta en marcha del proyecto y, finalmente, a la que debiera ser la operación normal del proyecto

2.2. FORMULACION O PREPARACION DE PROYECTOS DE INVERSION

Se revisará con algún grado de profundidad, cada uno de los principales estudios que permiten formular el proyecto definitivo y que conforman lo más sustancial de los estudios de preinversión.

Los aspectos de evaluación serán revisados en el capítulo 5, ya que ésta se realiza sólo una vez que se ha completado el resto de los estudios al nivel requerido.

En atención a que el sector público es el principal promotor de los proyectos de manejo de RSU y dado el público objetivo al que está dirigido este manual, se omitirá en la presentación algunos aspectos que son más característicos de proyectos de inversión privados en condiciones competitivas. Asimismo, si bien la presentación será de carácter general, los ejemplos ilustrativos se relacionarán fundamentalmente con proyectos de manejo de RSU.

2.2.1. Estudio de mercado

En una perspectiva económica, el *mercado de un bien o servicio* es un ente abstracto en que interactúan la demanda y la oferta de tal bien o servicio, es decir, los requerimientos de unidades del bien o servicio y los ofrecimientos del mismo.

En *la demanda* se reflejan las necesidades, gustos e intereses de las personas o grupos demandantes (que perciben que el bien o servicio podría ser de utilidad para satisfacerlos).

En *la oferta* se reflejan las estructuras de costos y la tecnología (procesos productivos) de los oferentes (fabricantes o proveedores del bien o servicio).

No obstante, una perspectiva más moderna -ligada al gran auge de la disciplina del marketing- precisa que *el mercado de un bien o servicio es el conjunto de personas naturales o jurídicas que tienen una necesidad similar y que están dispuestas a satisfacerla a través de tal bien o servicio*. Por lo tanto, desde esa perspectiva, el mercado guarda relación sólo con la demanda.

En esa misma perspectiva, se reconoce que existen distintos bienes o servicios que pueden actuar como satisfactores de una misma necesidad. Por ejemplo, la necesidad de tratamiento de los RSU recolectados puede ser satisfecha a través de servicios de incineración, de compostaje o de disposición en rellenos sanitarios, entre otros.

Para evaluar un proyecto resulta fundamental lograr un adecuado conocimiento del mercado que se intentará alcanzar con el proyecto, a fin de luego determinar la demanda potencial para el bien o servicio del proyecto, a través de la confrontación entre la demanda actual y proyectada por el bien o servicio (y sus subproductos) y la oferta actual y proyectada del mismo y de sus sustitutos, para el lapso de tiempo que considera el proyecto.

En el caso de la mayoría de los proyectos de manejo de RSU, la demanda está definida por las necesidades de recolección, transporte, procesamiento o disposición final de los residuos por parte de una determinada población, pudiendo cuantificarse el mercado a partir del número de viviendas, familias o personas que requieren una satisfacción de tales necesidades o una solución a tales problemas, o bien, cuantificar la demanda a partir del número de prestaciones por unidad de tiempo que ello implicará. Por su parte, la oferta está definida por el nivel o número de las prestaciones que actualmente intentan resolver tales problemas, cuya consideración es fundamental para estimar la brecha de demanda insatisfecha que el proyecto debiera cubrir, aún cuando en este tipo de proyectos no se da generalmente una condición competitiva de carácter tradicional.

Para un proyecto típico de inversión, *en lo relativo a la demanda*, a lo menos debiera considerarse los siguientes aspectos:

- a) Definir claramente el *bien o servicio* que el proyecto va a producir y el *tipo de consumidor o usuario* al que se dirigirá.
- b) Definir claramente el *mercado geográfico* que se piensa abastecer (local, regional, nacional, internacional, con sus especificaciones).
- c) Cuantificar la *demand actual por el bien o servicio* (si el bien es nuevo, se considerará algún sustituto cercano), a través del *consumo real en el mercado objetivo*.
- d) Determinar las *variables que afectan a la demanda*. Un estudio histórico permitirá detectar algunas variables relevantes (generalmente, precio del bien o servicio, precio de sustitutos y complementarios, ingreso medio en el mercado objetivo, etc. para bienes de consumo; en el caso de bienes intermedios y de capital debe considerarse además los coeficientes tecnológicos).
- e) Estimar la *cantidad demandada futura en el mercado objetivo*, lo que implica una proyección en base a métodos de diversa índole (subjetivos, causales, de series de tiempo).

En el caso de un proyecto de manejo de RSU, es necesario determinar el *mercado objetivo* tipificado como aquel grupo de población que está afectada por el problema que el proyecto intenta resolver. Por ejemplo, en una ciudad con topografía difícil, es muy probable que existan grupos de población de escasos recursos cuyas viviendas se encuentran situadas en los lugares de más difícil acceso, lo que implica que prácticamente no se encuentren recibiendo servicio de recolección, con todas las implicancias sanitarias que ello conlleva. Un proyecto que apunte a resolver ese problema -por ejemplo a través de la ubicación de grandes contenedores comunitarios en tales vecindades, junto con campañas de educación medioambiental- definiría como su mercado objetivo al grupo de familias que serían beneficiadas con la operación del proyecto.

En consideración a que en los países en vías de desarrollo son múltiples las carencias en este ámbito, en la definición del mercado objetivo de un proyecto de manejo de RSU es importante considerar las políticas gubernamentales, a partir de las cuales es posible establecer prioridades. Ello conducirá en ocasiones a que se defina un mercado objetivo que no considere a todos los grupos que sufren la carencia en cuestión.

Asimismo, debe considerarse como referencia los estándares y condiciones sanitarias exigidas por las autoridades de salud.

Una vez establecido cuál es el mercado objetivo del proyecto de manejo de RSU, a lo menos debe establecerse las siguientes características de la población en cuestión: *nivel socioeconómico*, a partir del cual es posible inferir las posibilidades reales que tiene esa población de acceder al servicio, sus posibilidades de financiamiento y la necesidad de programas especiales de apoyo para que el proyecto tenga éxito; y la *cantidad de población en el mercado*, tanto en términos absolutos (número de viviendas, hogares, o personas) como en porcentaje en relación a la población potencial (población global que tiene la carencia) y a la población de referencia (población total en el área bajo estudio).

La *proyección de la demanda* se realizará tomando como base la población actual en el mercado objetivo y las tasas proyectadas de densificación de la población en el sector. Para los efectos de la proyección, es muy importante considerar, además, algunas características de la zona que pueden condicionar de alguna forma el aumento o disminución de la demanda a futuro, como por ejemplo: si se trata de un área de expansión urbana, si existen posibilidades de migración o inmigración, la existencia y características de los planos reguladores.

Para un proyecto típico de inversión, *en lo relativo a la oferta*, a lo menos debiera considerarse los siguientes aspectos:

- a) Caracterizar la *oferta actual del bien o servicio* (competidores del proyecto) y de posibles sustitutos. Aquí puede verificarse si existe competencia o alguna distorsión como., por ejemplo, monopolio u oligopolio, si existe oferta nacional e internacional o sólo una de ellas, etc.
- b) *Cuantificar la oferta actual del bien o servicio, en relación al mercado objetivo*, lo que implica cuantificar volúmenes de producción, capacidades instaladas y utilizadas, destinos de la producción, etc..
- c) *Determinar las variables que afectan a la oferta*. Un estudio histórico permitirá detectar algunas variables relevantes (generalmente, precio del bien o servicio, precios de insumos y factores productivos, precios de bienes relacionados, tecnología, etc.).
- d) *Estimar la cantidad que se ofrecerá del bien o servicio en el mercado objetivo*, lo que implica realizar proyecciones que deben tener en cuenta la información sobre capacidad instalada y ociosa, planes de expansión de los fabricantes o proveedores actuales y futuros, la evolución del sistema económico, etc.

En el caso de un proyecto de manejo de RSU, la oferta está constituida por el volumen de servicio disponible actualmente para resolver el problema que el proyecto vendría a resolver. En el ejemplo planteado más arriba, la oferta actual para aquellos hogares ubicados en lugares de difícil acceso sería el número de prestaciones de recolección de RSU que actualmente están recibiendo.

En este tipo de proyectos, generalmente promovidos por entes públicos, no tiene mayor importancia realizar una proyección de la oferta, a menos que existan otros entes que pudieran promover proyectos tendientes a tacar el problema en el futuro. Obviamente, éste no es el caso de un proyecto de reciclaje promovido por un inversionista privado que sí tendría que preocuparse del eventual crecimiento (o decrecimiento) de la oferta de sus actuales y potenciales competidores.

Finalmente, se deberá *estimar la participación del proyecto en el mercado*, a partir del siguiente cálculo:

$\text{Demanda insatisfecha} = \text{Demanda estimada} - \text{Oferta estimada (sin el proyecto)}$
--

En el caso de los proyectos de manejo de RSU, esta demanda insatisfecha adopta habitualmente dos formas: un *déficit de cobertura*, cuando la población que tiene el problema es mayor que la efectivamente atendida actualmente, o bien, un *déficit de servicio*, cuando si bien no existe déficit de cobertura, el servicio es deficiente.

Dadas las características de este manual, se omiten aquí algunas consideraciones competitivas y de comercialización, que debieran ser parte de este estudio en proyectos productivos de índole privada.

2.2.2. Estudio técnico

Tal como el estudio de mercado permitirá obtener una proyección de los ingresos (y de los costos de distribución, promoción y publicidad, etc., en general, costos de ventas), el estudio técnico permitirá obtener una estimación o proyección de los costos de inversión y de los costos de operación.

Puede decirse que el proyecto queda efectivamente definido una vez que se ha definido detalladamente el producto (estudio de mercado) y se ha adoptado la decisión sobre "proceso productivo", tamaño y localización (elementos fundamentales del estudio técnico). Dentro del estudio técnico existen muchas interrelaciones entre los aspectos que se estudian; asimismo, este estudio se encuentra muy relacionado con el resto de los estudios (de mercado, legal, financiero, etc.), tanto influyendo en ellos como siendo influido por ellos.

Para simplificar la presentación, abordaremos el estudio técnico partiendo de una decisión sobre "proceso productivo", aunque el enfoque más habitual parte habitualmente con la decisión de "tamaño" (capacidad de producción).

a) Decisiones sobre proceso productivo

Se denominará *proceso productivo* a la forma en que un conjunto de insumos son transformados en un producto (o servicio), mediante una determinada tecnología (combinación específica de obra de mano, equipos, métodos, etc.).

Una vez terminado el estudio de mercado, se cuenta con una idea de cuál sería el "techo" para el tamaño del proyecto (capacidad de producción), de tal forma que aunque no se haya adoptado aún la decisión de tamaño, se está en condiciones de *investigar sobre distintas alternativas de proceso productivo*. Aquí debe entenderse claramente que a menos que la principal ventaja competitiva del proyecto radique en un determinado proceso productivo

novedoso, deberá explorarse alternativas ya probadas (especialmente las que hoy utiliza la competencia directa que tendría el proyecto). Ello porque es muy riesgoso intentar la implantación de procesos que se encuentran aún a nivel de investigación y desarrollo.

El análisis de alternativas puede ser realizado a través del *cálculo del costo anual equivalente por unidad para distintos volúmenes de producción* (considerando que la decisión de tamaño aún no ha sido adoptada) y analizando además la disponibilidad de insumos y de factores productivos, la capacidad tecnológica y financiera, las posibilidades de expansión de la capacidad productiva y las disposiciones legales (por ejemplo, sobre contaminación). La noción de costo anual equivalente se halla en capítulo 5.

A este nivel, ya debiera contarse con una primera decisión, a ser afinada con la decisión de tamaño, la cual es fundamental.

b) Decisiones sobre tamaño

Se denominará *tamaño del proyecto* a su capacidad de producción (número de unidades) por unidad de tiempo. Por ejemplo, Kgs. de material reciclado al mes, metros cúbicos de RSU recolectados al día, número de familias capacitadas en temas medioambientales al año, número de viviendas atendidas por semana, número de personas atendidas por mes, etc.).

En el caso de un proyecto de carácter más bien comercial (compraventa), el tamaño debiera ser considerado como su capacidad de stock (inventario) para la venta por unidad de tiempo.

No obstante, es necesario distinguir entre:

- Tamaño teórico, que es la capacidad de producción que -bajo condiciones técnicas óptimas- se alcanza a un costo unitario de producción mínimo.
- Tamaño máximo, que es la capacidad máxima de producción, sin importar cual sea el costo de producción.
- Tamaño normal, que es la capacidad de producción que -bajo las condiciones en que operará el proyecto- se alcanzaría a un costo unitario de producción mínimo.

Aquí debe entenderse que el concepto relevante es el de *tamaño normal*.

La decisión sobre tamaño debiera basarse en los siguientes aspectos:

- El tamaño del mercado al cual se puede o desea acceder, el que implica un "techo" para el tamaño del proyecto.
- La capacidad financiera de los inversionistas (fondos propios y capacidad de endeudamiento).
- La disponibilidad de insumos
- El proceso productivo
- La capacidad empresarial de los inversionistas

La decisión final sobre tamaño dependerá fuertemente de un aspecto netamente económico (capacidad financiera) y de un aspecto técnico-económico (proceso productivo, el que determinará la posibilidad de alcanzar las denominadas "economías de escala"). La decisión meramente técnica, dado un tamaño de mercado y una capacidad financiera, implica un muy afinado *estudio de distintas combinaciones de tamaño y proceso productivo*.

c) Decisiones sobre localización

Implica determinar el área restringida donde el proyecto ubicará su(s) planta(s) de producción, aunque no se llegue a determinar aún la microlocalización (lugar preciso de ubicación).

Una vez determinado el tamaño y el proceso productivo, la localización está condicionada fundamentalmente por los siguientes aspectos:

- Ubicación geográfica del mercado
- Tipo y ubicación de centros de distribución
- Tipo y ubicación de los proveedores de insumos
- Regulaciones (por ejemplo, prohibiciones o incentivos para instalarse en determinados lugares)
- Economías externas (por ejemplo, existencia de centros industriales)
- Aspectos de geografía física (factibilidad de instalación)

No obstante, en general, las fundamentales son: la ubicación geográfica del mercado y de los centros de distribución y el tipo y ubicación de los centros proveedores de insumos, especialmente por *el costo de transporte* (aunque debe precisarse que este último no es importante en algunos casos, como -por ejemplo- en la venta de servicios y las empresas de

venta al detalle, siendo en estos casos mucho más importante la decisión de microlocalización).

d) Decisiones sobre obras físicas

El tamaño, el proceso productivo y la localización aportan un marco para las obras físicas que deberá considerar el proyecto. Aquí deben adoptarse decisiones concretas, considerando el cálculo de los costos involucrados, los que suelen ser bastante altos en un proyecto-empresa (edificios administrativos, bodegas, planta fabril, locales de venta, etc.).

e) Valuación económica de los aspectos técnicos

Una vez que se han adoptado todas las decisiones técnicas (incluyendo el tipo de maquinaria en el proceso productivo), debe realizarse una estimación final de los costos, desglosándolos en *costos de inversión* y *costos de operación*.

Se denomina *costos de inversión* a aquellos costos en que se incurrirá desde el momento en que se adopte la decisión de llevar a cabo el proyecto hasta su puesta en marcha. Generalmente, una parte importante se realiza al comienzo del proyecto, pero pueden producirse repeticiones cada cierto tiempo.

Se denomina *costos de operación* a aquellos costos necesarios para mantener en operación (en fase de producción) el proyecto, incurriéndose en ellos en forma relativamente continua a lo largo de la operación de éste. Se distingue entre *costos fijos* (aquellos que no dependen -en su cuantía global- del volumen de producción) y *costos variables* (aquellos que -en su cuantía global- fluctúan con el volumen de producción).

2.2.3. Estudio organizacional y legal

Estos dos subestudios generalmente no son considerados por algunos preparadores y evaluadores de proyectos, con lo cual cometen error de no considerar o realizar malas estimaciones de los costos asociados a la estructura y operación administrativa de la empresa-base del proyecto. Asimismo, en tales casos se evalúa el proyecto al margen de ciertos aspectos legales que pueden actuar como restricciones o como apoyos a la futura gestión y que también tienen incidencia en los costos (por ejemplo, en la forma de impuestos o multas).

a) Estudio organizacional

El estudio de proyectos debe lograr una especie de "simulación" del proyecto operando. Por lo tanto, no debe olvidarse que el proyecto es básicamente *una empresa* (o una parte de ella), lo que implica la necesidad de *administración*.

Si bien en este estudio no se pretenderá perfilar la estrategia global del proyecto, se requerirá que los inversionistas -contando con asesoría experta- adopten decisiones sobre la *forma de administración* (procedimientos administrativos) que se adoptará tanto en la fase de construcción y puesta en marcha del proyecto como en la fase de operación normal del proyectos, así como sobre la *estructura organizacional* que se requerirá para la operación del proyecto.

Tanto en la fase de construcción y puesta en marcha como en la de ejecución deberá considerarse la posibilidad de subcontratar servicios (transporte, fabricación de algunos componentes, etc., más allá de algunos ya considerados en el estudio de mercado como, por ejemplo, la publicidad).

La estructura y los procedimientos administrativos dependen en gran medida del tamaño del proyecto y -además- implican un conjunto de *costos adicionales* que aún no han sido considerados:

- Remuneraciones del personal administrativo
- Obras físicas para la función administración
- Equipos (muebles, útiles, máquinas de oficina, etc.) para la función administrativa
- Instalaciones relacionadas con las comunicaciones (télex, fax, teléfonos, intercomunicadores, etc.)

Finalmente, en el caso de un proyecto-empresa, el estudio organizacional deberá considerar la *forma de sociedad* que se adoptará: sociedad de personas de responsabilidad limitada, sociedad anónima, cooperativa, etc., lo que dependerá en buena medida del estudio legal.

b) Estudio legal

Las leyes proveen un marco en el cual se desenvolverá el proyecto, actuando como restricciones y/o incentivos a éste. Los aspectos más importantes a estudiar son los siguientes:

- Aspectos legales que pueden hacer inviable el proyecto (etapa de identificación de la idea)
- Aspectos legales relacionados con la forma de sociedad que adoptará el proyecto-empresa. Debe discutirse aquí aspectos relacionados con las necesidades de capital y aquellos relacionados con los aspectos tributarios asociados en cada caso.
- Aspectos de legislación tributaria, laboral, comercial, civil, crediticia, de comercio exterior, etc., en el sentido de analizar sus efectos sobre los ingresos y/o egresos de fondos del proyecto (por ejemplo, leyes sociales en remuneraciones, impuesto al valor agregado y otros impuestos, sus tasas impositivas, franquicias y/o exenciones tributarias, contribuciones de bienes raíces, facilidades en zonas francas, etc.).

2.2.4. Estudio financiero

Los principales aspectos que debe considerar este estudio son:

- Determinación afinada del monto de inversión inicial, incluyendo el capital de trabajo inicial.
- Determinación de las alternativas de financiamiento para la inversión inicial y el análisis respectivo.
- Estimación de los flujos netos de fondos para la evaluación.

a) Monto de la inversión inicial

La inversión inicial tiene tres componentes: activos fijos, activos nominales y capital de trabajo inicial.

Activos fijos

- Terrenos
- Obras físicas (edificios, estacionamientos, bodegas, etc.)
- Equipamiento (máquinas, muebles, herramientas, vehículos, etc.)
- Instalaciones complementarias (conexión a la red de agua potable, desagües, red eléctrica, etc.)

Activos nominales

- Gastos de organización (gastos legales, diseño del sistema de información administrativo, supervisión de la instalación, etc.)
- Gastos de puesta en marcha (por ejemplo, pruebas preliminares de los equipos)
- Gastos de capacitación
- Patentes y licencias (permisos y patentes municipales, uso de marca, etc.)
- Imprevistos (generalmente se estima un porcentaje del total)

Capital de trabajo inicial

- Conjunto de recursos necesarios -en la forma de activos circulantes (bienes o derechos de relativa fácil liquidación, tales como dinero en efectivo y en Bancos, materias primas, cuentas por cobrar, etc.)- para la operación normal del proyecto durante su ciclo productivo, para una capacidad y tamaño determinados.

Se denomina "ciclo productivo" al proceso que empieza con el primer desembolso en pago de insumos y termina cuando los productos respectivos son vendidos y se recibe el ingreso de fondos provenientes de la venta. En general, este ciclo dura como mínimo 30 días y en varios casos puede durar bastante más tiempo.

Entonces, la idea de mantener un capital de trabajo consiste en que al empezarse el proyecto se cuente con la "liquidez" necesaria para operar en este ciclo. Estos fondos se mantienen siempre dentro del proyecto, ya que son recuperados en las ventas y luego aplicados nuevamente en el siguiente ciclo.

Existen varios métodos para estimar el capital de trabajo inicial necesario para el proyecto, entre ellos el método del ciclo productivo y el método del déficit acumulado máximo, los que pueden ser revisados en textos de preparación y evaluación de proyectos.

En esta parte del estudio debe desarrollarse un cuadro en el cual se anote:

- Cada ítem de inversión inicial
- Monto del ítem en unidades monetarias
- Momento en que se lleva a cabo la inversión específica

b) Determinación y análisis de las alternativas de financiamiento

Las alternativas de financiamiento para la inversión inicial pueden provenir de *fuentes propias* o de *fuentes externas*.

Fuentes propias

- Aportes de los socios en las sociedades de personas
- Emisión de acciones en las sociedades anónimas
- Presupuesto público en las organizaciones gubernamentales o estatales

Fuentes externas

- Créditos de Bancos e instituciones financieras (nacionales o extranjeros)
- Créditos de organismos nacionales de fomento
- Créditos de organismos internacionales

Nota: en el caso de un proyecto de corte privado, una vez operando el proyecto, caben otras posibilidades internas (por ejemplo, utilidades después de impuestos) y externas (por ejemplo, emisión de bonos o debentures).

Algunos aspectos importantes a considerar son los siguientes:

- Si se usará crédito, los activos de largo plazo (la mayor parte de la inversión inicial) deben ser financiados con crédito de largo plazo, mientras que los activos circulantes (activos de corto plazo) deben ser financiados con créditos de corto plazo.
- La elección entre fuentes propias y fuentes externas depende -entre otras cosas- de: el monto a financiar y la disponibilidad de fondos propios para ello; la relación que exista

entre la rentabilidad que pueden obtener los fondos propios en otra alternativa y la tasa de interés de los créditos.

Para las alternativas de crédito deben elaborarse los cuadros de amortización y seleccionar aquella(s) no sólo más barata(s), sino también con un flujo de pagos que resulte "cómodo" para pagar con los fondos provenientes de las operaciones. Además, debe analizarse cuidadosamente la factibilidad de obtener tales créditos.

c) Determinación de los flujos netos de fondos para la evaluación

El flujo neto de fondos de un proyecto está compuesto por:

- Egresos de fondos por inversión inicial (I.I)
- Ingresos y egresos de fondos de operación
- Valor de recuperación de los activos del proyecto al fin de su vida útil

Nótese que aquí no se habla de "gastos" sino de "egresos de fondos" y no se habla de "ingresos" sino de "ingresos de fondos", lo cual indica que se está trabajando con "salidas de dinero" y "entradas de dinero" y no con conceptos contables. Además, como el dinero tiene un valor asociado a la variable tiempo (valoramos más \$ 1 disponible hoy que \$ 1 disponible mañana), es necesario que para cada ingreso y egreso de fondos se tenga claro su momento más probable de ocurrencia.

Por ejemplo:

-Si se requiere adquirir una máquina en el momento 0 y ésta será pagada en el momento 1, debe considerarse el egreso de fondos en el momento 1.

-Si se venderá mercaderías en el momento 3 y se recibirá el dinero en el momento 2, debe considerarse el ingreso de fondos en el momento 2.

-Si un arriendo se pagará en forma anual anticipada, debe considerarse el egreso de fondos en el momento del pago.

Los únicos aspectos contables que se deberá considerar en este punto son las *amortizaciones* de gastos de organización y puesta en marcha y las *depreciaciones* de activo fijo físico (excepto los terrenos), los cuales si bien no son flujos efectivos de dinero afectan a los flujos netos de fondos, debido a su efecto en los impuestos a pagar por concepto de impuesto a las utilidades.

A este nivel, se tiene claro prácticamente todos los ingresos y egresos de fondos y sólo habría que agregar los *impuestos* y los *intereses* por créditos.

Se profundizará sobre el flujo neto de fondos en el capítulo sobre evaluación de proyectos de inversión.

3. DIAGNOSTICO PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVERSION EN EL AREA DE RESIDUOS SOLIDOS

3.1. INTRODUCCION

Los proyectos de inversión en el área de residuos sólidos pueden adoptar distintas formas: un proyecto totalmente nuevo (por ejemplo, una empresa privada de tratamiento de residuos sólidos urbanos), la ampliación o modificación de un proyecto vigente (por ejemplo, la ampliación de un vertedero actual), o bien, alternativas de mejoramiento u optimización de alguna fase específica del manejo de residuos sólidos de una determinada institución, ya sea en materia de recolección, transporte, disposición o procesamiento (por ejemplo, la contenerización en el plan de una ciudad para mejorar la fase de recolección-transporte), e incluso en temas anexos, tales como educación ambiental o comunicaciones dirigidas a la comunidad en torno a la gestión de los residuos, entre otras.

Estos proyectos surgen en prácticamente todas las comunidades humanas modernas y se caracterizan por el interés que en ellos tienen -desde distintas perspectivas- distintos actores de tales comunidades, tanto individuos como organizaciones, públicos y privados (familias, juntas de vecinos, municipios, organismos de salud, empresas, etc.). Ello implica que en torno a ellos pueden generarse conflictos de intereses que es necesario compatibilizar en la medida que ello sea posible, en pro de un mayor bienestar social

Asimismo, en los proyectos de residuos sólidos adquieren importancia una serie de variables que escapan al manejo de quienes los formulan (la hidrología, meteorología, geotecnia, geografía, sismología de la localidad, los aspectos económicos, socioeconómicos, demográficos de la comunidad, así como las normativas legales y medioambientales). No menos importante resulta el hecho de que la mayor parte de estos proyectos deben ser emprendidos por los municipios, inmersos en una crónica situación de escasez de recursos para enfrentar las múltiples tareas que se les ha encomendado, entre las cuales el aseo ocupa un lugar secundario (comparado con educación, salud y seguridad ciudadana, por ejemplo).

3.2. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

Tal como se mencionó en el capítulo anterior, todo proyecto de inversión debe apuntar a la resolución de un problema o a la satisfacción de necesidades insatisfechas. Ello obviamente implica que la primera actividad a realizar en el diagnóstico sea precisamente la identificación del problema que el proyecto deberá resolver.

A este respecto, debe tenerse presente que probablemente se observarán más fácilmente las consecuencias o síntomas visibles del problema (por ejemplo, el incremento de los vertederos clandestinos), sin que aún se tenga del todo claro cuál es el problema o la necesidad insatisfecha y -menos aún- cuáles son sus causas. Puesto que atacar los síntomas de un problema difícilmente permitirá resolverlo o bien lo resolverá sólo en una perspectiva de corto plazo, es importante indagar respecto a las causas de tales efectos observables, a fin de que el proyecto ataque efectivamente sus principales causas.

Las principales modalidades de identificación de problemas específicos en el manejo de RSU son las siguientes:

- Confrontación de la realidad con los objetivos y políticas sectoriales, tanto a nivel nacional como a nivel local.
- Verificación del grado de cumplimiento de las normas sanitarias, ya sea a través de la observación o de la información que proporcionen los organismos fiscalizadores.
- Determinación del grado de satisfacción de la comunidad con el servicio, ya sea a través de sus demandas o del resultado de encuestas periódicas.
- Comparación de la realidad bajo análisis con la de otros países más adelantados en la materia.

En la definición del problema se debe tener muy presente especificar claramente las principales características de la población que se encuentra afectada: cantidad, características socioeconómicas y culturales, ubicación geográfica.

3.3. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

Para la formulación de un proyecto de manejo de residuos sólidos, es necesario reunir y analizar tanto antecedentes de carácter general como antecedentes técnicos y administrativos de la gestión. En consideración a que cada problema específico requerirá profundizar más en unos aspectos o variables que en otras, se presenta aquí un esquema de diagnóstico para el manejo integral de residuos sólidos en una ciudad, del cual deberá rescatarse lo fundamental para cada situación-problema particular.

Si bien este esquema es presentado más bien desde la perspectiva de un consultor externo, es importante destacar que los problemas en el área de residuos sólidos son generalmente de tal complejidad que requieren ser estudiados por equipos de carácter multidisciplinario y requieren de una activa participación y colaboración de los entes municipales o sanitarios y -cuando corresponda- de la comunidad afectada.

3.3.1. Recopilación de antecedentes generales

Los principales antecedentes a recopilar en relación al área geográfica o zona de estudio y de su entorno son los siguientes:

a) Antecedentes geográficos y geomorfológicos

Se recopilarán los principales datos geográficos, tanto de carácter político como de relieve, completándolos con antecedentes geomorfológicos. Esta información será de utilidad para una macroselección de los lugares de disposición final y asimismo por su carácter condicionante para el sistema de recogida.

b) Antecedentes geológicos, geotécnicos y sismológicos

Se recopilarán los principales datos geológicos, sismológicos y geotécnicos, a partir de las diferentes zonificaciones realizadas por organismos nacionales e internacionales y, además, se considerará la normativa vigente. Esta información será de utilidad en la microselección de lugares de disposición final.

c) Antecedentes hidrológicos y metereológicos

Idem b).

d) Antecedentes demográficos

Se recopilarán los principales datos demográficos, tales como: tamaño de población, tasa de crecimiento y densidad poblacional, composición y distribución por grupos de edad y por áreas de residencia (urbana/rural). Esta información será utilizada principalmente para proyecciones relacionadas con la producción de residuos sólidos.

e) Antecedentes económicos

Se recopilarán los principales datos sobre la actividad económica del área en estudio. Esta información será de utilidad principalmente para el análisis asociado a las caracterizaciones de RSU y en los estudios relacionados con residuos industriales.

f) Antecedentes socio-económicos

Se recopilarán los principales datos de estratificación socioeconómica provenientes de las encuestas sociales y de otras fuentes. Esta información será utilizada principalmente en las caracterizaciones de RSU.

g) Antecedentes político-administrativos

Se recopilarán antecedentes que permitan conocer las bases de la gestión administrativa comunal o municipal: antecedentes constitucionales y legales de la administración estatal, antecedentes constitucionales y legales de los municipios y antecedentes del proceso de gestión municipal. Esta información proveerá un marco general para realizar posteriormente un diagnóstico de la gestión administrativa de los servicios de aseo municipales.

h) Antecedentes legales

Se recopilarán los principales antecedentes legales relacionados. Esta información conformará un marco a considerar tanto en la etapa de diagnóstico como en la de prospección y evaluación de alternativas.

i) Infraestructura y uso del suelo.

Se recopilarán antecedentes relativos a la infraestructura y uso del suelo del área en estudio, a través de los respectivos planos reguladores y de otros antecedentes que se puedan obtener en los municipios y otros organismos públicos. Esta información será de utilidad para determinar zonas de crecimiento y su relación con el aumento de la producción y de los centros de generación de RSU. Asimismo, cada plano regulador será una condicionante para la localización de lugares de disposición final.

3.3.2. Diagnóstico técnico

Las áreas en las cuales debiera centrarse la atención son las siguientes:

- Limpieza viaria y de lugares de uso público
- Limpieza de playas.
- Manejo en origen.
- Recolección y transporte.
- Microvertederos.
- Disposición final.
- Caracterización de residuos sólidos.

a) Diagnóstico de limpieza viaria y lugares de uso público

Utilizando la información existente en la municipalidad y realizando la respectiva verificación en terreno, se describirán y analizarán todos los elementos que conforman el servicio de limpieza viaria y de uso público:

- Equipos de aseo de calles

Se verificarán en terreno los distintos elementos que conforman estos equipos (marca, tipo, modelo, año capacidad, estado de conservación, etc.). Se observará el tipo de "lutocar" utilizado (carritos de basura que utilizan los recolectores dentro de la ciudad) y se analizarán sus características en función del servicio.

- Organización de las operaciones de barrido de calles

A través de la información existente en el departamento de aseo y de la observación en terreno, se describirá la ubicación de los cuarteles y los horarios, frecuencias y servicios por sectores de la ciudad.

Se verificará en terreno el cumplimiento de los horarios informados por el municipio y se constatará la frecuencia. Asimismo, se observará -en promedio- cuántas calles pueden ser atendidas hasta completar la capacidad máxima del recipiente del "lutocar" o vehículo con receptáculo de transporte manual.

Se estudiarán los recorridos en los planos de las comunas, a fin de analizar posteriormente si son los más efectivos para el servicio en cuestión, considerando la ubicación de los cuarteles y la geografía-topografía de la ciudad.

- Características y distribución del personal en los servicios de aseo

Se describirá y analizará la dotación y las características del personal destacado para esta componente del servicio y su distribución de funciones.

- Rendimiento de los trabajadores

A partir de la información existente en el departamento de aseo correspondiente, se verificará en terreno la productividad de los trabajadores, expresada en rendimientos del tipo metros lineales/unidad de tiempo, considerando el tipo de superficie de barrido.

- Recipientes públicos y contenedores

Se verificará y analizará su ubicación, tipo, diseño (facilidad de limpieza, resistencia, etc.), capacidad, estado de conservación y frecuencia de limpieza.

Para efectos del diagnóstico, se analizarán en conjunto todas las características de esta componente del servicio y muy especialmente cómo se realiza el trabajo de acuerdo a lo programado en oficina. Se evaluará la programación del servicio y la ejecución de éste, esto último a través de los resultados del análisis de cada una de las componentes del servicio y de la observación de la forma en que operan en terreno los trabajadores,

Los resultados finales de este diagnóstico abarcarán dos aspectos muy relacionados con la calidad del servicio: su cobertura y su frecuencia.

- Cobertura del servicio.

En el contexto de las características de cada sector de trabajo (arterias comerciales, sectores residenciales, etc.), se evaluará la cobertura a través de la medición y análisis del área de servicio como porcentaje del área total.

- Frecuencia del servicio.

En el contexto de las características de cada sector de trabajo, se evaluará la frecuencia a través de la medición y análisis del número de veces que se atiende cada área/semana.

b) Diagnóstico preliminar de la limpieza de playas.

- Características de los residuos

En base sólo a información secundaria y observación en terreno, se describirá la naturaleza de los residuos de playas.

- **Áreas de consideración para la limpieza**

Se determinarán los lugares que debieran ser considerados para el diagnóstico de la limpieza de playas, definidos por las autoridades responsables.

- **Almacenamiento**

Se describirán las formas de almacenamiento y se analizará el material y estado de conservación de los receptáculos, su cantidad y capacidad en relación al volumen de personas que visiten estos recintos y la generación esperada de residuos.

- **Transporte**

Se describirán los medios de transporte de los residuos desde las playas a sus lugares de disposición, incluyendo los servicios especiales. El análisis considerará las características de estos medios, los accesos y la forma de cargar los residuos.

- **Equipamiento**

Se describirán los recipientes y contenedores para recibir residuos en la arena misma, las herramientas o medios mecánicos que se ocupan para recoger los residuos desde la arena y las instalaciones si existen. Cada uno de estos medios será analizado desde el punto de vista de sus características, como de su adecuación al trabajo.

Para efectos del diagnóstico, se analizarán en conjunto todas las características propias de esta componente del servicio, en el contexto de los diversos factores involucrados en la producción o generación de residuos, cómo se controla la disposición de estos residuos y -asimismo- se analizará los problemas que existen en este tema con la población flotante

La evaluación preliminar de la calidad del servicio se realizará en función de las características propias de las playas en estudio y del perfil socio-económico estimado de los usuarios.

Es importante destacar que -en algunos países- estos sitios no reciben atención en los períodos que no corresponden al verano o la primavera en situaciones muy especiales. Como excepciones puede citarse el caso de Brasil y países del Caribe.

c) Diagnóstico preliminar del manejo en origen

Se describirá el tratamiento que se da a los RSU en el origen, antes de ser arrojados al contenedor, en aspectos tales como el lugar de almacenamiento intraedificacional, las características de los contenedores o receptáculos domésticos y la higiene del lugar donde se depositan las basuras, entre otras.

Se describirá y se realizará un análisis de los planes de educación de la población, en base a la información existente en el departamento de aseo respectivo.

Dados los resultados del análisis anterior, se emitirá un juicio sobre los planes de educación ambiental descritos y se evaluará el manejo intraedificacional de acuerdo a criterios de eficiencia para la recogida.

d) Diagnóstico de la recogida y transporte

- Equipos de recolección y transporte

Se describirán los diferentes vehículos utilizados en el servicio de aseo y transporte, tipos de camiones y cajas recolectoras, su estado de conservación y su funcionamiento. Se verificará la relación existente entre los tiempos de funcionamiento y los tiempos ociosos. Con datos obtenidos en terreno, se generarán gráficas de rendimiento de los equipos utilizados, los que se compararán con los datos existentes en el municipio.

- Organización de las operaciones de recolección y transporte

Se describirán y analizarán las rutas de recorrido de los servicios de recolección, los sectores, frecuencias y horarios, a través de la información existente en el municipio y la respectiva verificación en terreno.

Se describirá la ubicación y organización de los distintos cuarteles y se analizará la existencia de calles en las que los camiones no puedan ingresar, lo que obliga a los recolectores a trasladar la basura de distancias lejanas, afectando los tiempos de recolección.

- Características y distribución del personal en los servicios de recolección y transporte

Se describirá y analizará la dotación y las principales características del personal destinado a esta componente del servicio y su distribución de funciones.

- Rendimiento de los trabajadores en recolección y transporte

Dados los datos existentes en el municipio, se verificará en terreno los rendimientos de los trabajadores, considerando las características de los distintos lugares de recolección.

- Estaciones de transferencia de RSU

Si las hubiera, se localizarán las distintas estaciones de transferencia y se describirá su ubicación, instalaciones, maquinarias, forma de funcionamiento etc.. Si en la actualidad no existieran equipos compactadores o específicamente estaciones de transferencia, se desarrollará el análisis como si existiese la necesidad de crearlas y desarrollarlas.

Para efectos del diagnóstico, se emitirá un juicio respecto a la forma en que los residuos se encuentran al momento de la recolección (bolsas bien selladas, receptáculos de basura sin colocarlos en bolsas, etc.), al manejo periedificacional y al rendimiento del personal en la recogida.

Además, se realizará un diagnóstico respecto a la cobertura del servicio de recolección y transporte, considerando los siguientes indicadores:

Población atendida satisfactoriamente: porcentaje de población a la que se le presta regularmente el servicio de recolección.

Población atendida deficientemente: porcentaje de población atendida de manera deficiente o a la que se presta un servicio irregular de recolección.

Población sin atención: porcentaje de población no atendida por el servicio de recolección de aseo. Se emitirá un juicio provisorio respecto a las causas de este problema.

Población flotante en verano: se analizará cómo afecta esta población al servicio de aseo municipal. Será necesario conocer la afluencia de este grupo importante de personas a la ciudad y se deberá conocer -a través de estadísticas- el volumen de residuos que ellos podrían generar.

En cada caso, se ubicarán y señalarán en una carta geográfica los lugares de atención satisfactoria, deficiente y de no atención.

e) **Diagnóstico preliminar de microvertederos**

A partir de una definición operacional de "microvertedero" y a través de la observación en terreno, se verificará la existencia de microvertederos, elaborando un catastro de ellos y clasificándolos en "estables" y "transferibles".

Estables: si su localización es estable en el tiempo o si tienen cierta periodicidad. Podrían servir para localizar a futuro una estación de transferencia.

Transferibles: si su localización no es estable.

Esta clasificación deberá ser apoyada por los datos que se tenga de eventuales catastros anteriores.

Cachureos: en base a observación, se verificará en que volúmenes y cómo se maneja la recuperación de materiales por parte de este tipo especial de "recolectores". Se verificará qué lugares son los que frecuentan y qué es lo que principalmente recolectan para la venta posterior. Se verificará si estos "cachureros" tienen bases de trabajo cerca de los vertederos y si son autorizados para que ingresen al relleno para recuperar algunos materiales.

Se completará el estudio de la localización de microvertederos y sus volúmenes, abordándose asimismo una preevaluación de impacto ambiental de cada uno de ellos.

f) Diagnóstico preliminar de la disposición final

Se describirá y analizará cada uno de los aspectos relevantes del relleno sanitario en operación y de su funcionamiento.

- Plano de ubicación y características básicas de los sitios de disposición final

Se destacará en una carta geográfica la localización y la conformación del relleno sanitario. Se determinará a qué distancia queda el vertedero del núcleo urbano, la seguridad de los accesos y la calidad de suelos para que el vertedero pueda seguir existiendo o ampliado en ese mismo lugar.

- Equipos empleados

Utilizando los datos existentes en el municipio y la verificación en terreno, se describirán y analizarán los tipos de maquinarias utilizadas para el manejo de los residuos sólidos dentro del relleno sanitario: máquinas compactadoras, equipo de movimiento de tierras, equipos auxiliares (camionetas o camiones aljibes), etc.

- Personal empleado y condiciones de trabajo.

Se verificará en terreno la dotación y características de los empleados contratados para las distintas faenas dentro del relleno, sus actividades y sus condiciones de trabajo.

- Calidad de los residuos sólidos domiciliarios

En base a observación en terreno, se determinará aproximadamente la calidad de estos residuos, en comparación con sus características en origen.

- Peso y/o volumen de los residuos sólidos domiciliarios

En base a información existente en el municipio y observación en terreno, se realizará una estimación del peso y/o volumen de los residuos sólidos domiciliarios que ingresan a vertedero, a fin de estimar la real cantidad de tales residuos en la disposición final.

- **Otros residuos**

Se determinará qué otros tipos de residuos ingresan a vertedero, tales como lodos orgánicos, materiales de demolición, residuos industriales etc., a fin de estimar la composición de la masa total de residuos en la disposición final.

- **Problemas de contaminación ambiental**

Se verificará cómo el vertedero afecta al medio ambiente a través de una pre-evaluación de impacto ambiental, lo que implicará considerar -además de los aspectos técnicos- otras características que -de una u otra forma- afectan al medio ambiente circundante de cada vertedero.

- **Problemas geotécnicos**

Se verificará en terreno los diversos problemas que tiene el relleno respecto a este tema. Los problemas geotécnicos que debieran ser evaluados son -entre otros- la estabilidad de los taludes al deslizamiento, la posibilidad de asentamientos y las fisuras que podrían producirse por efecto de los problemas mencionados o por fallas en la compactación.

- **Calidad del material de cobertura**

Se estudiará el material de cobertura, su procedimiento y frecuencia de aplicación, tanto para determinar si reúne las condiciones para el rol de cobertura, como para determinar si existen problemas o errores en el procedimiento aplicado.

- **Definición de requerimientos sismo-resistentes**

Se evaluará si el relleno cumple con las condiciones sismo-resistentes mínimas correspondientes al diseño inicial. Se evaluarán las condiciones de otras obras civiles relacionadas con la estabilidad del vertedero.

- **Diseño hidráulico y avenida de diseño**

Se verificará en terreno si las condiciones hidráulicas son las correspondientes al diseño inicial.

- **Obras de evacuación de aguas**

Se revisará si existen obras de evacuación de aguas y si están operativas. Estos valores serán corroborados con los datos de las pluviometrías de los últimos años.

- **Vida útil remanente del vertedero**

Se realizará una estimación lo más afinada posible de su vida útil remanente, en base a la capacidad de terreno disponible y a la cantidad de RSU generados en la actualidad.

Se realizará un diagnóstico del vertedero y de sus condiciones de trabajo, en sus aspectos más básicos, apuntando a una prospección de posibles problemas que incluso pudieran llevar a suspender su actividad.

g) Caracterización de los residuos sólidos.

Utilizando técnicas de muestreo aleatorio, se realizará una caracterización y análisis de los RSU en la ciudad, idealmente considerando una estratificación socio-económica.

Se debiera abordar los siguientes aspectos:

- **Producción total de residuos**
- **Producción de residuos per cápita según estrato socio-económico.**
- **Peso específico de los residuos sólidos.**
- **Poder calorífico, humedad, C/N (relación carbono/nitrógeno) y otras características físico-químicas de los RSU.**
- **Contenido de los elementos recuperables de los residuos**

3.3.3. Diagnóstico preliminar de la gestión administrativa del servicio

Debe tenerse presente que incluso la mejor solución técnica a un problema de manejo de residuos puede fracasar si no se cuenta con una adecuada gestión administrativa. De ahí, que -en general- todo diagnóstico en este ámbito debiera considerar a lo menos un diagnóstico básico de aspectos administrativos del servicio.

- **Estructura organizacional del servicio de aseo municipal.**

Confrontando los antecedentes técnicos del servicio de aseo municipal con la estructura organizacional y las descripciones de cargos, se determinará el grado de racionalidad administrativa existente y el grado de adecuación de la estructura organizacional.

- **Sistemas económico-financieros municipales relacionados con el servicio.**

En base a los presupuestos y balances municipales, se establecerá aproximadamente la situación económico-financiera del municipio y especialmente la evolución del presupuesto asignado a los servicios de aseo en relación al crecimiento demográfico observado en la ciudad.

Se evaluará el sistema de costeo y el sistema de tarificación del servicio de aseo en el contexto de lo dispuesto en la legislación vigente.

- Sistemas estadísticos y de planificación de los servicios de aseo.

Se evaluarán los sistemas estadísticos existentes y se determinarán brechas de información relevante para la adecuada administración del servicio.

Se evaluarán los sistemas de planificación del servicio de aseo y se determinará a priori la coherencia y factibilidad de los planes y/o programas futuros.

4. IDENTIFICACION DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION A PROBLEMAS DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

4.1. INTRODUCCION

Los responsables de los municipios deben tener en cuenta que frente a la diversidad de necesidades se presenta una diversidad de soluciones y que debe considerarse no solamente las particularidades geográficas propias a cada municipio, sino también los deseos de sus administrados y las condicionantes inherentes a la gestión de los presupuestos municipales. La higiene, el respeto del medio ambiente, la seguridad, la valorización de los residuos, la economía, son factores que requieren igualmente toda una serie de soluciones diversificadas, a fin de satisfacer de la mejor forma las diferentes necesidades.

A modo de ejemplo, carece de sentido realizar de la misma manera la recogida de residuos en medios totalmente opuestos, ya sean rurales o urbanos, en el centro antiguo de una ciudad, en los grandes conjuntos de edificios del radio urbano o en las zonas residenciales. Asimismo, la elección racional de un tratamiento o de una valorización de residuos no puede ser idéntica en todas partes.

La cadena de operaciones que conduce a la eliminación de los residuos consiste en un proceso bastante complejo. Cada eslabón de la misma exige su propia solución, la cual debe adaptarse al caso específico de cada situación, y a la vez estar en armonía con los otros elementos de la cadena.

Por ello, es necesario desarrollar y poner a punto diferentes sistemas que puedan aplicarse convenientemente a la totalidad de los problemas encontrados.

Los millones de toneladas de residuos sólidos domésticas que se producen anualmente en el mundo, se recogen y tratan mediante métodos muy diversos, teniendo siempre presente unos objetivos de eficacia, economía de recursos, y protección del entorno, bajo la autoridad y el control de los responsables locales.

El objetivo de este capítulo es presentar distintas alternativas posibles de implantar para la solución de problemas en las distintas fases de la gestión de RSU, tanto para la optimización de la situación actual como para soluciones de ruptura.

Un primer nivel en la identificación de las alternativas de solución es la optimización de la situación actual. La optimización de la situación actual o búsqueda de la "base optimizada"

consiste en estudiar las medidas que permitan, con recursos mínimos, que el servicio existente funcione de la mejor forma posible.

Para ello, una vez que se ha identificado el problema o la necesidad insatisfecha, es necesario efectuar un análisis de las modificaciones de gestión técnico-administrativa que permitan el mejoramiento de la situación actual. Por lo general, realizar estas modificaciones requiere de inversiones de tipo marginal y su evaluación deberá realizarse en los mismos términos.

Algunas medidas que pueden adoptarse para optimizar la situación actual son:

- Optimización de los procesos técnicos
- Optimización de los procesos administrativos
- Optimización de los recursos humanos
- Optimización del equipamiento
- Educación medioambiental a la población

Sea para la optimización de la situación actual o para una solución de ruptura, debe enfatizarse en la necesidad de que el proyecto no se limite a una sola opción, debiendo realizarse un esfuerzo por generar distintas alternativas de solución al problema, cada una de las cuales presentará sus particulares características, costos y beneficios, los que deberán tomarse en cuenta al momento de optar por una de ellas.

Finalmente, es importante recalcar que no existe un método universal que permita identificar alternativas para proyectos de manejo o gestión de RSU, tratándose de un proceso en el que juega un rol preponderante los conocimientos y experiencia de los encargados de asesorar a quienes deban adoptar las decisiones en este ámbito. Por lo tanto, en las siguientes secciones se proveerá información respecto a las alternativas genéricas disponibles en la actualidad para cada fase de la gestión de RSU, señalando sus características, condicionantes, ventajas y desventajas, pero sin intentar otorgar una "receta" aplicable a cualquiera situación.

4.2. ALTERNATIVAS PARA LA PRE-RECOGIDA

Tal como se mencionó en el capítulo 1, uno de los grandes problemas que presenta el servicio de recogida es la casi total anarquía que se observa por parte de los ciudadanos a la hora de depositar sus residuos para que los servicios municipales puedan retirarlos. Es por ello que cada municipio debe establecer Ordenanzas que contengan las prescripciones técnicas mínimas que obliguen a presentar los residuos en las condiciones higiénicas más idóneas, y en las horas y lugares previamente establecidos.

En la actualidad, las principales alternativas disponibles de recipientes para depositar los residuos sólidos urbanos al paso de los camiones de recogida son los siguientes:

Cubos de basura

Durante años ha sido la única forma de recipiente utilizado. Generalmente se fabrican de materia plástica o goma y están provistos de una tapa para evitar los malos olores. Los cubos de basura constituyen un producto económico y rústico, pero que exige una intervención manual. Este material permite ofrecer un primer servicio de recogida de residuos, que resulta fácil de organizar y de bajo costo. Su capacidad varía entre 30 y 90 litros.

Bolsas o sacos desechables

Suelen ser de papel o plástico y están provistos de una cinta para su cierre, con lo que se evita los malos olores y el derrame de residuos. En ciertos casos, la utilización de estos sacos puede presentar grandes ventajas, a saber:

- supresión de las operaciones de retorno y mantenimiento de cubos de basura u otro tipo de recipientes.
- facilidad de manipulación para el usuario o servicios de recogida.
- almacenamiento prolongado, ya que los usuarios pueden utilizar la cantidad que les sea necesaria y almacenar los residuos de forma higiénica durante varios días,
- reducción de la frecuencia de la prestación de servicios (caso de viviendas aisladas) y posibilidad de adaptarse a las fluctuaciones propias de la producción de residuos (períodos de mayor afluencia en las ciudades turísticas, interrupción momentánea de los servicios de recogida).

Cabe recomendar el uso de trituradoras, así como los sacos de color oscuro (marrón, negro), en los casos de tratamiento para la elaboración del compost, o para su descarga.

Si sus características técnicas de resistencia a la rotura no son las adecuadas, pueden romperse y su contenido ensuciará la calle. Además, presentan el riesgo de que el personal operario se produzca lesiones con objetos cortantes o punzantes que vayan en su interior. La capacidad de estas bolsas o sacos varía entre 30 y 110 litros.

En este punto cabe señalar la importancia que han adquirido las bolsas de embalaje de supermercado. Se puede observar el excelente resultado que éstas tienen en sectores de estrato social medio y bajo. Su generalizado uso, con buenos resultados, han llevado a la industria a crear soportes y receptáculos adaptados a la medida de tales bolsas.

Contenedores con ruedas

Es un nuevo tipo de cubo de basuras de concepción y diseño original. Se fabrican en material plástico de alta resistencia y están equipados con los siguientes elementos:

- dos ruedas fijas o cuatro giratorias, en función de la forma y capacidad
- una tapa equipada de bisagra
- un sistema de enganche especial para la elevación y vaciado automáticos en los recolectores equipados de elevador de contenedores.

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

Maniobrabilidad: el sistema de ruedas hace más fácil el manejo y la manipulación durante las operaciones de prerrecogida y recogida. El vaciado automático mejora de forma considerable las condiciones de trabajo del personal.

Rapidez: las operaciones de recogida son más rápidas y se realizan en buenas condiciones de higiene y seguridad. La gran capacidad de estos contenedores permite espaciar las prestaciones de servicios de recogida.

Resistencia: por su calidad y diseño, este tipo de contenedores resiste mejor las inclemencias del tiempo, así como los daños que los animales puedan ocasionar.

Acoplamiento: los contenedores de 4 ruedas están concebidos de forma que se puedan acoplar uno tras otro, facilitando su traslado al punto de recogida mediante un tractor: por ello resultan muy adecuados para los grandes conjuntos de edificios.

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

La capacidad de estos contenedores varía entre 120 y 1.100 litros.

Contenedores de gran capacidad

Pueden ser abiertos o cerrados, y en este caso van equipados con equipo auto-compactador que permite una reducción de 2/3 del volumen de los residuos. Construidos con chapas de acero reforzadas por largueros del mismo material, disponen de puntos de enganche delanteros y traseros que permiten su carga en vehículos especiales que van equipados con elevadores tipo "ampiroll", "cadenas", etc. Dadas las características de estos vehículos hay que prever su acceso a la plataforma en que están ubicados los contenedores.

Los contenedores abiertos sirven para depositar residuos voluminosos (somieres, electrodomésticos, muebles, etc.), así como escombros, embalajes y materiales diversos; mientras que los contenedores cerrados, que disponen de autocompactador, se utilizan en los grandes conjuntos de viviendas, mercados, hospitales, etc., para depositar los residuos ordinarios y actúan como pequeñas estaciones de transferencia, reduciéndose el número de transportes hasta los centros de tratamiento.

La capacidad de estos contenedores varía entre 5 y 30 metros cúbicos.

Contenedores para recogida selectiva

Estos contenedores pueden tener diversas formas y generalmente se fabrican en material plástico de alta resistencia. Están concebidos para recibir exclusivamente un solo tipo de residuo: vidrio, latas, cartones o papeles, plásticos, etc., por lo que se instalan en sectores estratégicos de la ciudad para favorecer la recogida selectiva de aquellos residuos que es interesante someter a procesos de recuperación.

El uso de estos contenedores favorece la recuperación de materias primas para la industria, la disminución de residuos a tratar, la eliminación de materiales no deseados cuando los residuos van a someterse al proceso de compostaje.

Sería de desear que los municipios normalizaran los recipientes o bolsas para utilizar por los usuarios del servicio por la influencia que ello tiene en el coste del servicio y en los sistemas técnicos a adoptar en la recogida.

Figura N° 3. Alternativa para la pre-recogida



4.3. ALTERNATIVAS PARA RECOGIDA Y TRANSPORTE

Tal como se mencionó en el capítulo 1, esta fase comprende el conjunto de operaciones de carga-transporte-descarga desde que los residuos son presentados hasta que son descargados, bien directamente en los puntos de tratamiento o en plantas de transferencia.

Debe recordarse que esta fase representa entre un 60 y un 80% de los costos globales de la gestión de los RSU y -en consecuencia- requiere una cuidadosa administración.

4.3.1. Alternativas de sistemas de recogida

En la actualidad se pueden distinguir tres grandes grupos de sistemas de recogida:

- a) Sistemas tradicionales de recogida domiciliaria.
- b) Sistemas que implican inversiones adicionales en barrios y/o edificios.
- c) Recogida selectiva.

a) Sistemas tradicionales de recogida domiciliaria

Se denomina sistemas tradicionales de recogida a aquellos en los que se recogen indiscriminadamente todos los residuos (a excepción de los industriales o los que pueden contener componentes peligrosos), en el lugar en que son producidos y sin ninguna compresión previa. Generalmente estará reglamentado el uso de bolsas.

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

- Recogida domiciliaria casa por casa de las bolsas de basuras: es el servicio más completo que prácticamente no implica trabajo alguno a las familias o locales afectados, pero que requiere una abundante mano de obra.
- Recogida semimecanizada con cubos especiales por edificios o grupos de viviendas: sólo se requiere el trabajo de colocación en los cubos y permite reducir algo la cantidad de personal por vehículo, así como disminuir los tiempos de recorrido.

- Recogida mecanizada en containers especiales, por manzanas o recorridos de viviendas: implica un mayor trabajo de desplazamiento para el usuario y la disposición de espacio suficiente para la localización y fácil acceso a los containers. Pero, permite reducir prácticamente a un solo trabajador por camión la plantilla de recogida, aunque en la medida en que no se compriman los RSU en el container aumenta el número requerido de vehículos. De forma más estricta que con los cubos se requiere que este material cumpla unas normas estrictas de mantenimiento (desinfección periódica, etc.) y que los vecinos afectados colaboren con el servicio.

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

b) Sistemas que implican inversiones adicionales en barrios y/o edificios

En edificios de nueva construcción se han diseñado sistemas sencillos de tuberías en los que desde cada piso o apartamento se depositan las basuras y quedan recogidas en un lugar central del edificio. A todos los casos en que las inversiones adicionales se limiten a estos aspectos, de hecho se les debe considerar dentro del grupo de sistemas tradicionales, ya que no se ha hecho más que mecanizar el trabajo de colaboración ciudadana.

Quizás el sistema más sofisticado que debería incluirse en este grupo es la recogida neumática diseñada para un barrio o conjunto residencial de amplia construcción. De hecho, no es más que una mejora del sistema anterior, en el que el único desplazamiento posible era la caída vertical. Este método permite desplazar horizontalmente y a mayor distancia los RSU debidamente embolsados. Es el mismo sistema que utilizan algunos centros hospitalarios y oficinas para desplazar paquetes y correo interno.

Permite simplificar al máximo la recogida o desplazamiento de los RSU desde el lugar central de recogida por sistema neumático hasta las plantas de tratamiento. Aunque se podría imaginar una recogida neumática que cubriese el transporte completo de los RSU, en la práctica no parece rentable su implantación, ya que este método suele ser adecuado para el transporte de pequeñas cantidades, no para el transporte final de los RSU de un núcleo urbano.

Existe todo un conjunto de técnicas de tratamiento parcial de los RSU en el lugar de recogida (manzanas, barrios o grandes edificios) que representan uno de los desarrollos actuales más interesantes sobre este tema. Por lo general, los sistemas de recogida

neumática llevarán acoplados uno de estos sistemas, aunque su instalación es independiente de la forma de transporte de los RSU. Este conjunto de técnicas cubre desde los containers con compresión hasta las incineradoras de escala reducida, pasando por distintas formas de compresión/trituración de los residuos.

Las pequeñas incineradoras merecen una mención aparte ya que a esta escala de tratamiento reducida difícilmente pueden resultar rentables los métodos que incorporan la purificación de humos y queda fuera de lugar la utilización de centros urbanos de pequeñas incineradoras polucionantes.

Los distintos sistemas de compresión/trituración a pequeña escala se han de contemplar como una posibilidad de organización de la recogida ya que en estos casos no sólo se disminuye la plantilla y tiempos de recorrido sino que también se puede reducir el número de vehículos con el consiguiente ahorro de combustible.

Sin embargo, como contrapartida, estas técnicas requieren: un espacio adecuado en los grandes edificios o conjuntos de viviendas, una inversión adicional importante, y un sistema de mantenimiento/funcionamiento adecuado. Pero, en la medida que aumenten los costos del servicio tradicional, estos métodos pueden empezar a ser rentables. Existen dos formas posibles de implantación de este sistema: o bien es el propio municipio (o empresa concesionaria) quien realiza la inversión y se responsabiliza de su mantenimiento o bien son los propios vecinos quienes se responsabilizan y quedan compensados con una disminución de la tarifa, proporcional a la reducción de los costes del servicio final de transporte que deberían contratar.

c) **La recogida selectiva**

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

El modelo completo o ideal de recogida selectiva supone dos cosas: 1) la participación ciudadana al depositar en bolsas o cubos distintos los principales componentes diferentes de los RSU como pueden ser el papel, los plásticos, el vidrio, metales y residuos orgánicos; 2) la recogida por separado de dichos componentes bien en vehículos distintos o en vehículos especiales compartimentados. No cabe ninguna duda sobre el abaratamiento que supone en

la reutilización de los residuos este tipo de recogida, pero sin embargo se debe tener en cuenta:

- Que el sistema de reutilización sea adecuado porque existan mercados de los productos resultantes.
- La recogida se hace más compleja y como consecuencia de ello aumentan los tiempos de recorrido y la dotación o sofisticación de los vehículos. Ya se ha mencionado que la recogida es el componente principal del coste total del servicio de recogida y eliminación de los RSU (entre 60-80%), por lo que este factor de encarecimiento no es en modo alguno despreciable y puede dar como resultado un encarecimiento del coste total del servicio.
- Se requiere un grado de concientización y colaboración ciudadana bastante elevados, ya que para que el sistema sea efectivo, toda la población afectada debe cumplir las normas de selección de los residuos. Dados estos factores de "educación ciudadana", el proceso de implantación del sistema requiere un tiempo adecuado.

Sin embargo, y sin descartar la organización completa de la recogida selectiva, existen bastantes soluciones que simplifican este modelo ideal aunque no hacen tan completa selección de los residuos, a saber:

- Dentro del modelo ideal se puede reducir el número de componentes a seleccionar.
- También dentro del modelo ideal se pueden adecuar los distintos tipos de recogida anteriormente analizados que suponen una mayor colaboración ciudadana y un abaratamiento de los costos de transporte. Así como también se pueden utilizar las distintas soluciones que suponían inversiones adicionales, adecuadas en este caso a la existencia de tipos diferenciados de residuos.
- Cuando la recogida selectiva se realiza porque en último extremo existen mercados de los productos resultantes, se puede instrumentar un sistema opcional de recogida con incentivos, bien sea con la compra de papel, vidrio, etc., o porque el ciudadano sólo pague por la recogida y eliminación del volumen de residuos no diferenciados. De hecho esto supone que la rentabilidad de la reutilización puede cubrir el costo del transporte y restringe bastante las posibilidades efectivas de este tipo de soluciones. Esta posibilidad se podría contemplar o bien como forma de tránsito gradual hacia la recogida selectiva completa, o bien sin más incentivos adicionales que el abaratamiento que se puede obtener en los costos y por tanto en la tarifa que se cobra al ciudadano.

- La forma más sencilla y rudimentaria de seleccionar los residuos es tener en cuenta los distintos tipos de RSU que se producen en un núcleo urbano por áreas de producción. Por ejemplo, si se recogen por separado los residuos de los mercados, de las áreas en que prácticamente sólo existen oficinas o centros comerciales, etc., se obtiene una diferenciación importante de los residuos. Ahora bien, para que una solución de este tipo resulte rentable, el desarrollo de una planta de reciclaje sólo parece posible en grandes núcleos urbanos. En algunas ciudades europeas -como por ejemplo Barcelona- se da este tipo de diferenciación de los residuos por lugar de origen o barrios. Esta diferenciación no soluciona el proceso de reutilización sino que se adecua a la incineración de los residuos, ya que los distintos tipos de residuos contienen un poder calorífico diferente.

4.3.2. Decisiones complementarias al sistema de recogida

Habiéndose seleccionado un sistema de recogida, a lo menos debe adoptarse decisiones en cada uno de los siguientes aspectos:

a) **Frecuencia de la recogida:** dependiendo de las condiciones climáticas, del grado de generación, del área socio-económica, etc., se debe establecer la frecuencia de recogida de los residuos con periodicidad diaria, tres veces por semana, dos veces por semana o semanal. Los costos serán función de esta periodicidad.

b) **Horarios:** para poder alcanzar un mayor dinamismo del servicio se hace necesario elegir aquel horario en que exista menor intensidad de tráfico y cree menores problemas por impacto ambiental. Las circunstancias apuntadas coinciden con horarios nocturnos. Los residuos sólidos de tipo comercial se prestan mejor a una recogida diurna que debe coincidir con la de menor intensidad del tráfico.

La elección de una u otra forma de realización del servicio de recogida de basuras (diurna o nocturna) no debiera ser fruto de una decisión poco meditada por parte de los entes municipales, ya que evidentemente cada población tiene una serie de circunstancias tales como: alumbrado público, climatología, densidad de circulación, situación y estado del lugar elegido para la disposición final de los residuos sólidos recolectados, etc., que influyen notablemente a la hora de elegir un determinado horario.

Uno de los problemas que pueden originarse al pretender poner en práctica un servicio de recogida nocturna, es el ruido que producen los vehículos recolectores. Este ruido no es solamente el producido por el motor, generalmente diesel, sino además el producido por los

propios mecanismos de compresión del equipo recolector. El primero de ellos es difícil de eliminar por sus propias características y porque en muchos de los casos, los servicios de mantenimiento no se preocupan demasiado de que los motores y sus sistemas silenciosos de expulsión de gases, estén verdaderamente ajustados. Este inconveniente solamente se ha podido resolver con la utilización en algunas ciudades de chasis movidos por tracción eléctrica, mediante motores eléctricos alimentados por baterías de plomo de gran capacidad.

Este sistema realmente poco utilizado en la actualidad, tiene una serie de ventajas, pero tiene la limitación de capacidad de las baterías, no habiéndose superado todavía autonomías de más de 100 km. y de la dificultad de superar ciertas pendientes, por lo que su utilización podemos considerarla restringida a cierto tipo de ciudades o itinerarios de recogida.

Respecto al problema del ruido que producen los propios mecanismos de compresión de los vehículos, es importante el avance que se ha producido en su eliminación, siendo fundamental a la hora de decidir una adquisición de este tipo de equipos el realizar por los Servicios Técnicos Municipales un exhaustivo estudio de los distintos sistemas que ofrece el mercado.

Independientemente de las características técnicas del material a utilizar para un servicio nocturno o diurno, antes de decidir por uno u otro, se deberá tener en cuenta -tal como se indicara anteriormente- las características urbanas de la ciudad, pudiendo señalar una clasificación que no pretende ser limitativa, sino meramente enunciativa, por la multitud de casos particulares que pueden presentarse y que podrían llevar al convencimiento de que lo más adecuado sea hacer un servicio de recogida nocturno o diurno, solamente para determinada zona de la ciudad:

- Poblaciones turísticas: por ser lugares donde generalmente hay vida nocturna, es aconsejable realizar el servicio a primeras horas de la mañana, evitando que los cubos o recipientes donde se depositen los residuos por los usuarios, permanezcan en las calles durante la noche.
- Poblaciones con un centro urbano congestionado: en ellos, evidentemente, deberíamos ir a realizar un servicio de recogida con carácter nocturno para evitar las dificultades de tráfico a primeras horas de la mañana y las perturbaciones que ello pudiera ocasionar.
- Grandes y medianos núcleos urbanos: la práctica aconseja realizar el servicio de recogida en horas nocturnas salvo en zonas periféricas o de deficiente iluminación.

Tal como ya se indicó, en aquellas poblaciones donde es fácil diferenciar dos o varios sectores distintos de forma de vida, se podría sugerir la conveniencia de realizar un servicio mixto de recogida de basuras, realizando con carácter nocturno la de carácter domiciliario y de centros comerciales, desarrollando el servicio con carácter diurno o de madrugada en polígonos industriales y zonas de recreo. Se entiende que cada población requiere un estudio previo específico antes de adoptar una u otra solución, pudiendo llegar el caso que por la complejidad de rutas e itinerarios de determinadas poblaciones, sea aconsejable el procesar todos los datos incluso por computador.

c) **Equipos:** los equipos de recogida de residuos deberán elegirse teniendo en cuenta todos aquellos factores característicos de cada ciudad o área de recogida: el tipo de viviendas, la densidad de la población, el urbanismo; el volumen y el tipo de residuos, las variaciones de estación; la frecuencia o la rapidez con que se requieren los servicios de recogida; la distancia a los centros de tratamiento; los requerimientos en materia de higiene, de estética y de las condiciones de trabajo del personal; el monto de las inversiones y los costos de explotación.

Las principales alternativas disponibles en cuanto a vehículos recolectores, son las siguientes:

Camión recolector con caja compactadora

Estos vehículos están equipados con una caja compactadora que dispone de una tolva para la carga de los residuos y un dispositivo de comprensión que permite reducir entre 3 y 5 veces el volumen de los residuos.

La caja compactadora suele estar construida con chapas de acero especial, de alta resistencia a la abrasión y a la corrosión, reforzada con vigas y tirantes de acero de gran resistencia y montada sobre un bastidor de soporte sumamente sólido.

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

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

Este tipo de vehículo presenta las siguientes ventajas:

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

La capacidad normal de estos vehículos oscila entre 6 y 25 metros cúbicos, es decir de 2 a 13 toneladas de residuos.

Camión recolector con caja cerrada sin compactación

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

Suelen utilizarse en pequeños núcleos urbanos con poca generación de residuos, mientras que en ciudades de mayor entidad se emplean para la recogida de restos de arbolado y residuos de la limpieza viaria.

Camión para contenedores de gran capacidad

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

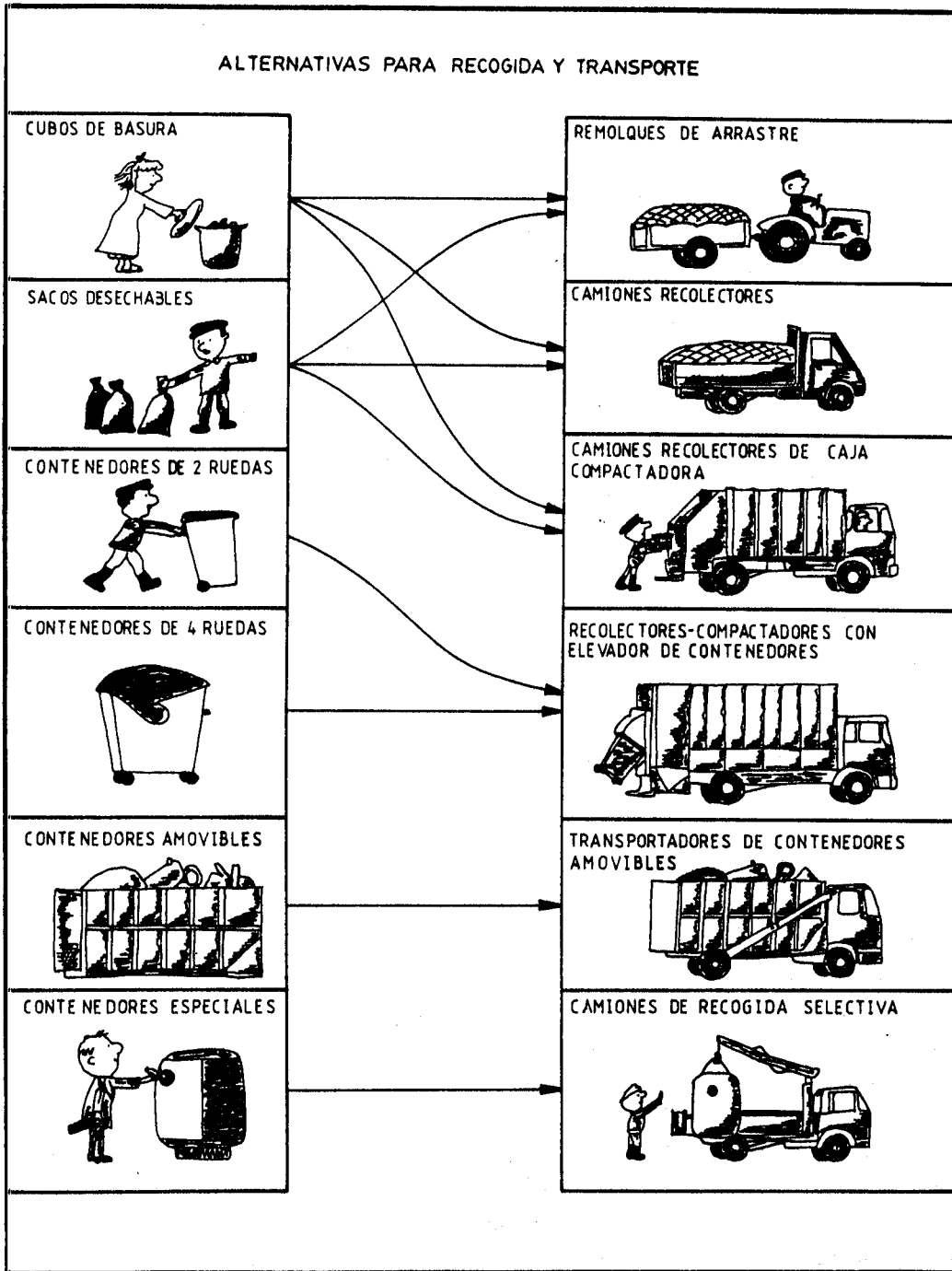
Camión de caja abierta

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

Al estar abierta la caja, si no se instala una lona o red, se vuelan los plásticos y papeles, y además, como la caja no suele tener la adecuada estanqueidad, se produce la pérdida de líquidos a lo largo de todo el recorrido, ensuciando las calles.

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

Figura N° 4. Alternativas para recogida y transporte.



Otros tipos de vehículos

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

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

En todos los casos, se debe adoptar decisiones sobre la capacidad del equipo, índice de comprensión, contaminación por ruidos, relación tara-carga, etc. Las características más importantes a tener en cuenta son:

- Estanqueidad total, para evitar derrame de líquidos.
- Mayor índice de comprensión, a fin de mejorar el rendimiento de los equipos.
- Rápida absorción de residuos.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Seguridad de manejo.

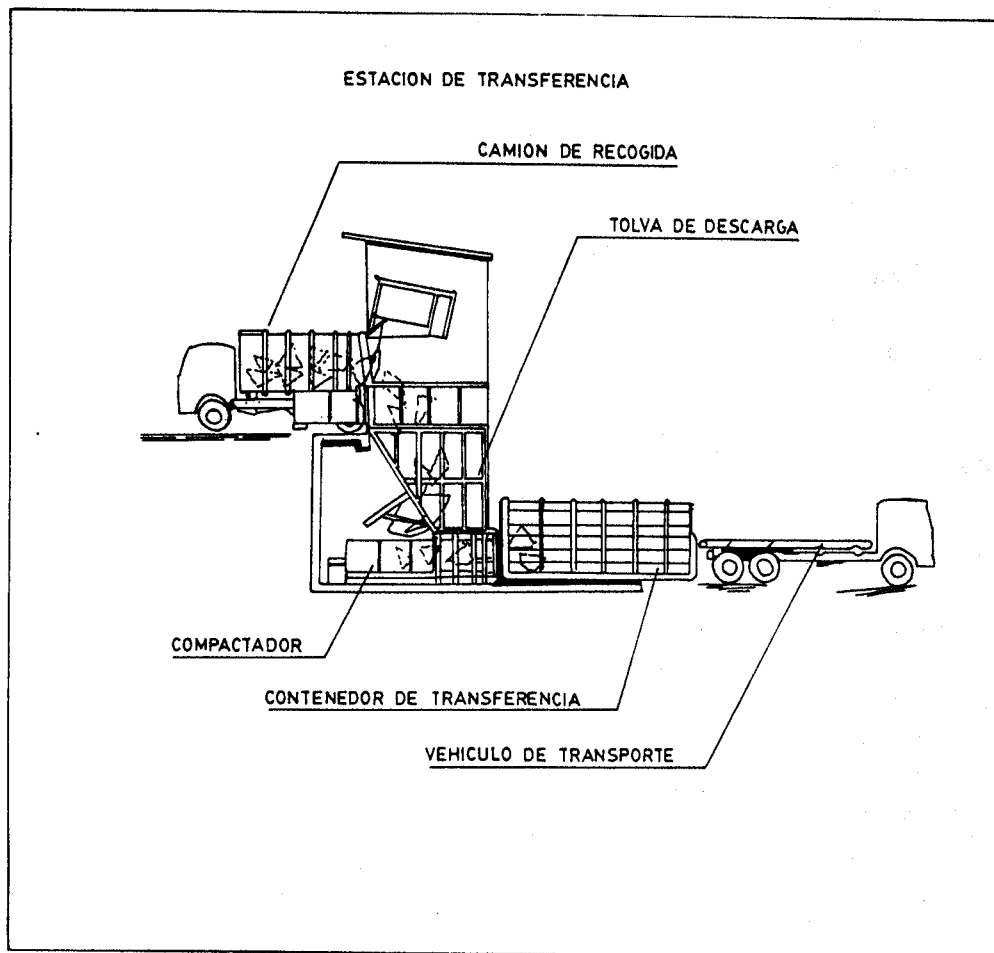
Y, evidentemente, siempre que las características urbanas del lugar lo permitan, debe procurarse elegir recolectores de gran volumen de carga para evitar pérdidas de rendimiento que suponen los desplazamientos al centro de eliminación

Asimismo, deberá tenerse en cuenta, a la hora de elegir los equipos más apropiados, el poder disponer en el parque de vehículos de aquellos para realizar los servicios especiales que no pueden o no deben ser realizados con los recolectores compresores, tales como animales muertos, productos sanitarios, derivados de actividades sanitarias y aquellos otros que por sus características no sea adecuada su comprensión.

En ocasiones, motivos de eficiencia en el uso de los vehículos pueden aconsejar dividir la función de recogida de la función de transporte, vaciando los camiones de recogida sobre camiones más grandes y más adecuados para el transporte a distancia de grandes volúmenes de residuos. Esta ruptura del sistema de recogida se efectúa en las denominadas *plantas de transferencia*. (Ver figura N° 5)

La estructura más simple de estas instalaciones se compone de una plataforma elevada en unos tres metros en relación con el nivel del suelo. Esta plataforma es accesible a los vehículos de recogida por medio de una rampa de acceso y sus dimensiones deben permitir la evolución de un vehículo de recogida.

Figura N° 5. Transferencia.



Los camiones de recogida vacían directamente sobre unas tolvas que por gravedad descargan los residuos sobre los contenedores de gran capacidad (25 a 50 m³).

Los compactadores fijos, ubicados en la base de la tolva, compactan la basura que cae en los contenedores, reduciendo el volumen de los residuos y aumentando la capacidad de carga de los contenedores. Según se van llenando los contenedores, son evacuados por camiones provistos de dispositivos especiales para su manejo y luego transportados al centro de tratamiento.

El número de camiones necesarios vendrá dado en función de la distancia al centro de tratamiento y del número de toneladas a evacuar.

En general, se estima necesaria la instalación de plantas de transferencia cuando se genera una cantidad de residuos importantes y la distancia de transporte de los residuos al centro de tratamiento es superior a 15-20 km.

d) Personal: se debe dotar a los servicios de infraestructura técnica necesaria para alcanzar los mejores resultados, tanto medioambientales como económicos. Se debe fijar el número de empleados por equipos y se limitará el sector del cual son responsables. Se les debe proveer de los medios necesarios para desarrollar su trabajo con la higiene y seguridad que la normativa dicte.

e) Educación ciudadana: la colaboración por parte de los usuarios de un servicio de recogida de basuras y en general de todos los vecinos de una determinada población puede posiblemente llegar a ser el problema más difícil con el que se enfrentan todas las administraciones locales.

A la vez que se inicia un servicio de recogida de basuras, se debe planificar una serie de campañas de publicidad por el mayor número posible de medios, con el fin de llegar a crear en el ciudadano una auténtica conciencia del servicio de limpieza, dándole a conocer los medios humanos y mecánicos que se emplean con expresión de sus costos para que se den cuenta de la importancia que su colaboración puede representar a fin de no incrementarlos innecesariamente.

Estas campañas deberían repetirse periódicamente y ser dirigidas muy especialmente en escuelas y centros educativos, para ir creando esta necesaria conciencia de convivencia social, desde los primeros años.

La recogida de residuos debe ser planificada de forma detallada en cuanto a itinerarios a seguir, horarios, número de viajes a realizar, tipo de equipo más idóneo, recipientes adecuados, personal necesario y frecuencia.

Los costos de explotación de un sistema de recogida pueden variar considerablemente en función de las condiciones características con que se realizan las operaciones de recogida. Los costos más elevados se registran cuando en una misma población las viviendas están dispersas, originando grandes desplazamientos y un llenado inadecuado de los camiones recolectores, o bien cuando las poblaciones son muy densas e implican problemas de tráfico y de estacionamiento. La mano de obra, la amortización de equipos, mantenimiento y combustibles, son los componentes que más influencia tienen en los costos de la recogida.

4.4. ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO Y VALORACION

Tal como se mencionó en el capítulo 1, se entiende por tratamiento y valoración de residuos el conjunto de operaciones encaminadas a su eliminación o al aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos.

La tecnología aporta multitud de soluciones, entre las cuales se puede citar las siguientes:

Vertido controlado.

- a) Vertido controlado simple.
- b) Vertido controlado con trituración.
- c) Vertido controlado con trituración y compactación.

Incineración

- a) Simple, sin aprovechamiento de energía.
- b) Con aprovechamiento de energía.

Compostaje o producción de "compost"

Reciclado o recuperación de materias

Transformación por procesos químicos

- a) Pirólisis.
- b) Oxidación.
- c) Hidrogenación.
- d) Hidrólisis.

Transformación por procesos bioquímicos

- a) Degradación biológica.
- b) Digestión anaerobia.
- c) Fotodegradación.

Aprovechamiento mediante técnicas específicas

- a) Trituración de vehículos.
- b) Chatarras.

Los sistemas actualmente más utilizados son: el vertido controlado, la incineración, el reciclado y el compostaje. Hay que hacer constar que si bien el vertido incontrolado es un sistema aún muy utilizado para eliminar las basuras, no puede considerarse como sistema de tratamiento, sino como simple abandono de las mismas.

Se tratará con mayor detalle el sistema de relleno sanitario o vertido controlado, por ser el de mayor utilización y viabilidad en las ciudades latinoamericanas y en especial en aquellas de menor tamaño.

4.4.1. Relleno sanitario o vertido controlado

La alternativa inmediata al vertido incontrolado y a las descargas a cielo abierto, es la instalación de un vertedero controlado o relleno sanitario, sistema de eliminación de residuos que, en síntesis, supone la acumulación o disposición de los mismos en lugares idóneos, manteniendo bajo riguroso control todos los factores de degradación ambiental. Debe añadirse que este método contempla también la posibilidad del relleno de espacios que han sido objeto de deterioro y que pueden recuperarse para usos ciudadanos. Se debe señalar que cualquier método de tratamiento de residuos sólidos requerirá de un vertedero controlado para la disposición final.

En este sentido es ilustrativa la recomendación que hace la Organización Mundial de la Salud (OMS): "las descargas controladas, no contribuyen solamente a un medio satisfactorio de desembarazarse de los residuos sólidos, sino que pueden contribuir a devolver su valor a tierras abandonadas, y, en circunstancias favorables, servir para la creación de nuevos paisajes". El relleno sanitario se define como: "un sistema para verter los residuos sólidos en el terreno, sin crear molestias o peligros a la seguridad y salud públicas, utilizando para ello los criterios de ingeniería que permiten su confinamiento en el menor volumen posible y cubriéndolos con una capa de tierra al concluir las operaciones diarias, o más frecuentemente si se considera necesario".

La figura N° 6 a continuación, muestra una de las tantas técnicas de operación de un vertedero controlado o relleno sanitario.

La figura N° 7 enseña la formación de una célula o celda.

Figura N° 6. Vertido controlado.

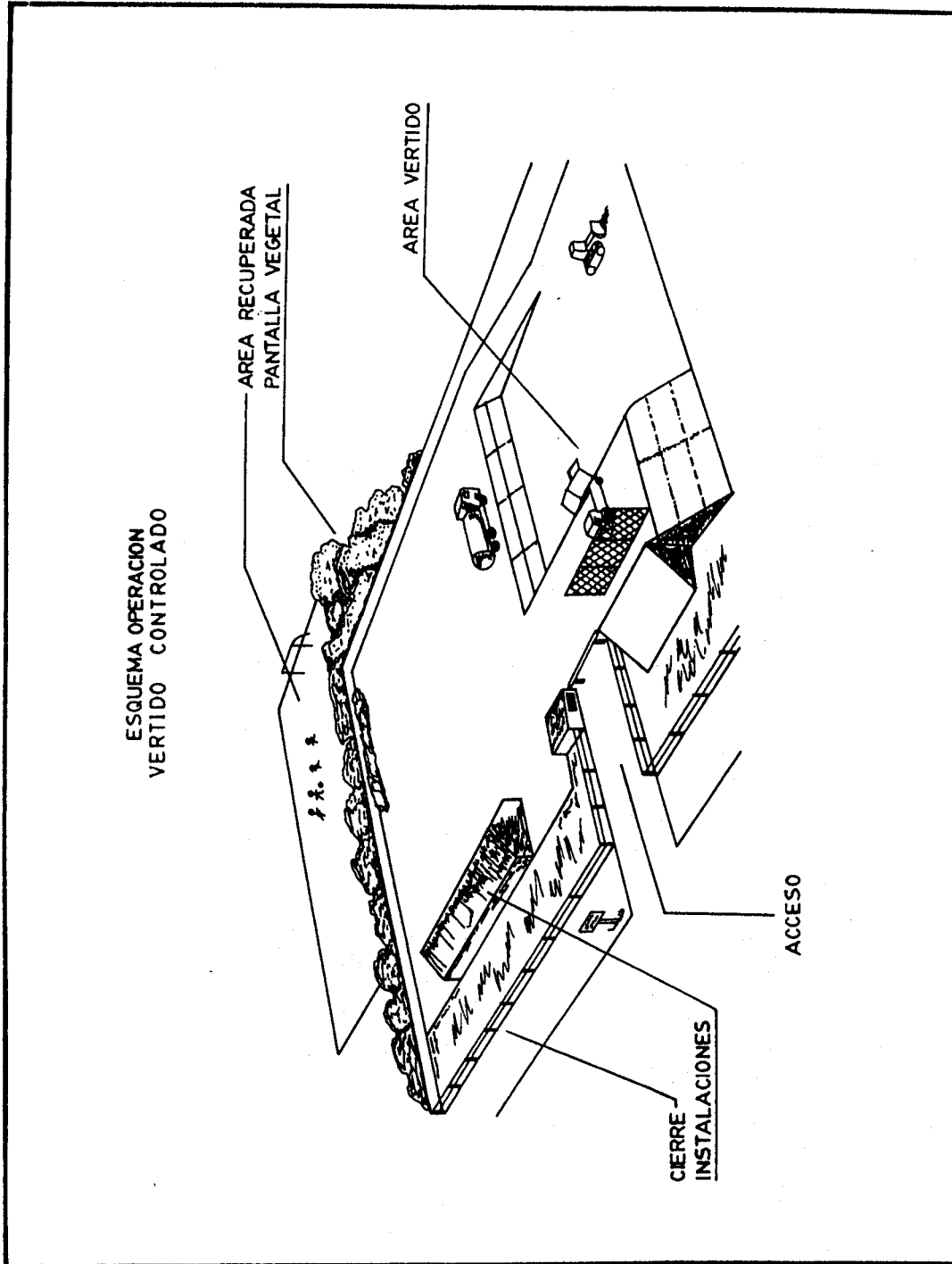
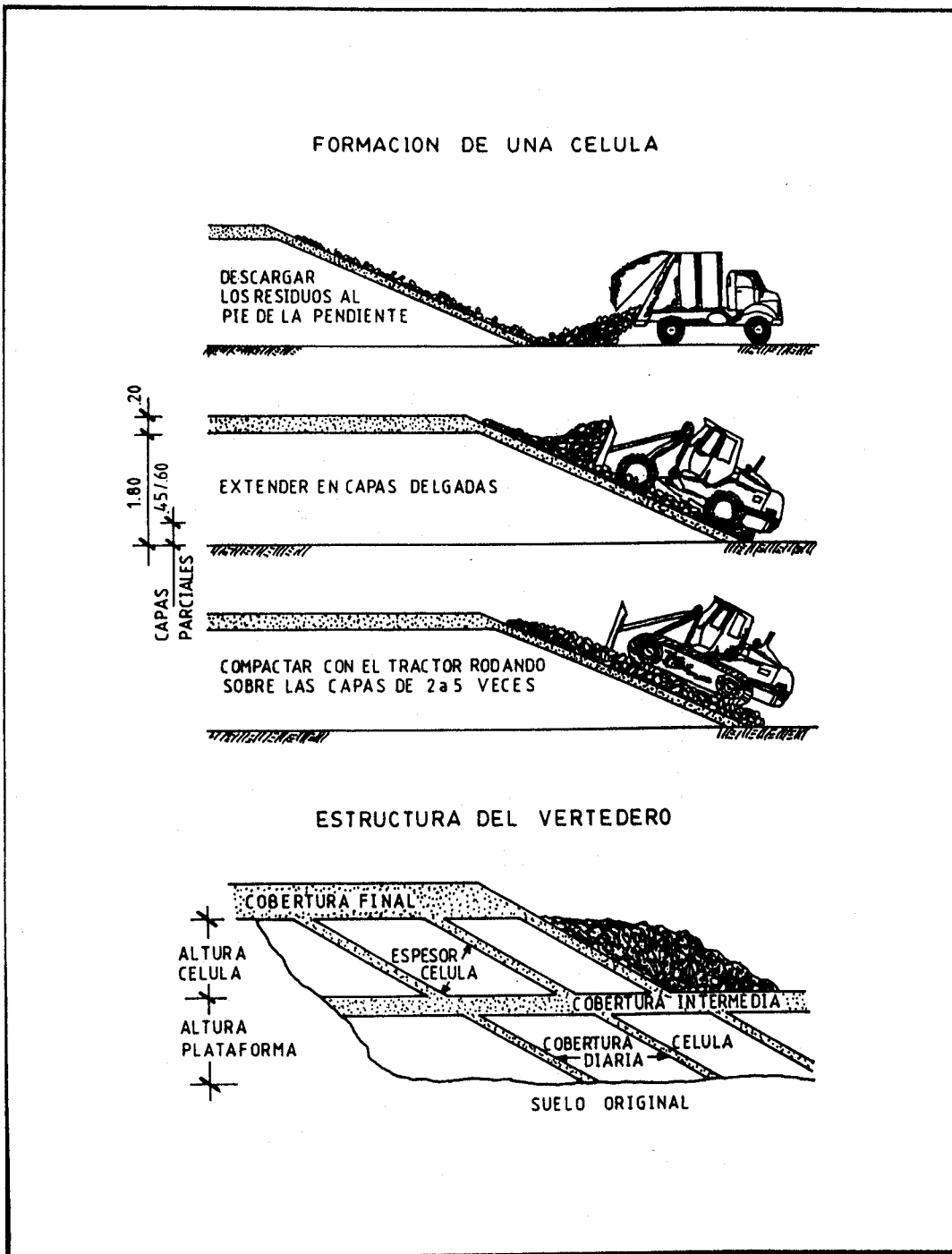


Figura N° 7. Formación de una célula.



La propia Asociación Americana de Ingenieros Civiles (ASCE), con referencia a esta técnica, insiste en que "la aparente simplicidad del método no debe considerarse como olvido de la necesidad de continuas y competentes medidas de ingeniería de planificación y control. Por el contrario, la falta de esta ingeniería de planificación, origina casi siempre inconvenientes en el proceso, y se traduce también en serios prejuicios para los recursos de la comunidad".

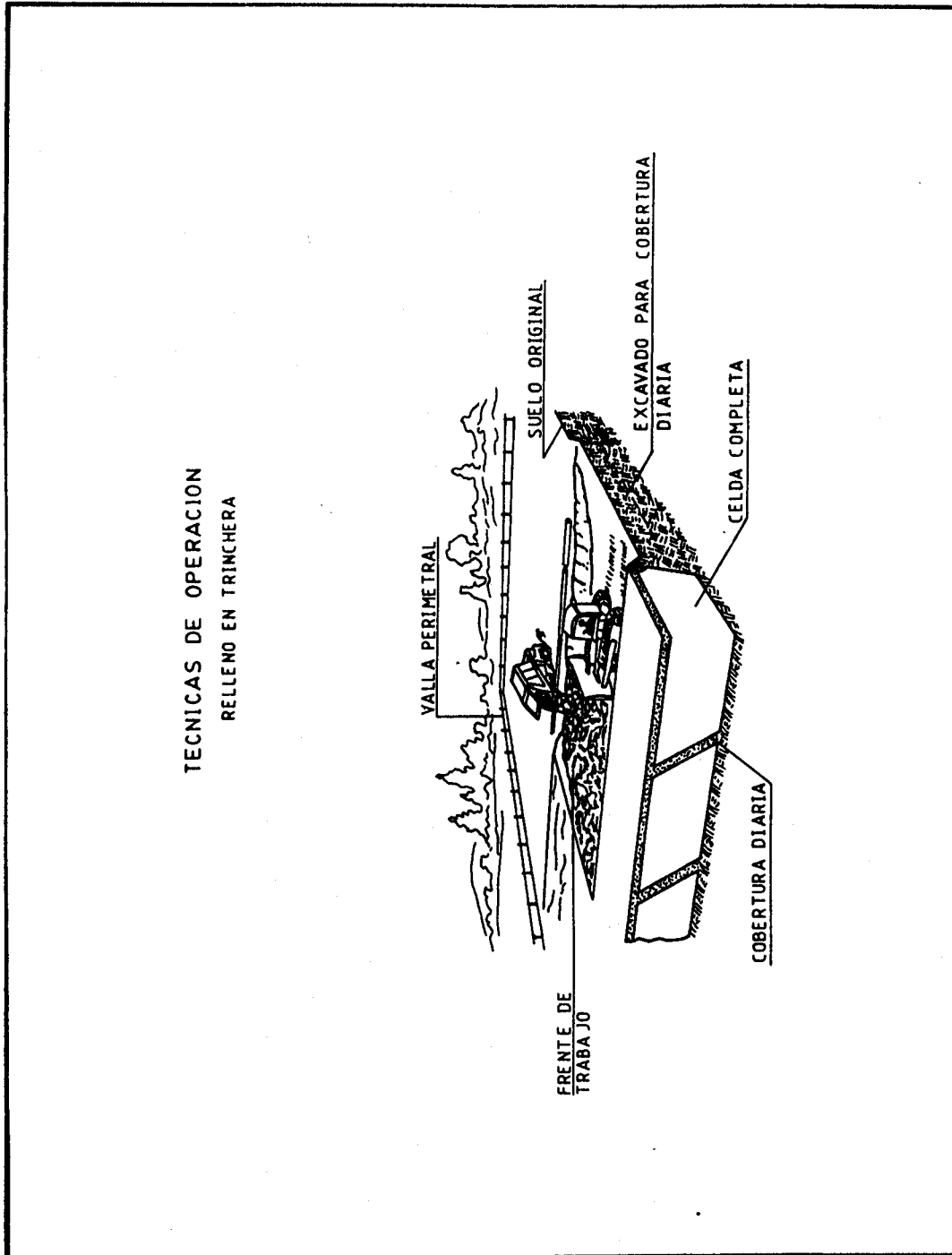
A ello cabe añadir la conveniencia para la empresa explotadora de mantener buenas relaciones con las comunidades que puedan verse directamente afectadas por la instalación de un vertedero en sus proximidades.

Los siguientes aspectos corresponden al desarrollo de las principales características del vertido controlado.

a) Emplazamiento de un vertedero controlado

La elección del emplazamiento de un vertedero viene determinada por numerosas variables entre las cuales cabe destacar la propia disponibilidad de espacios libres aptos para este fin. Habitualmente se han destinado a zonas de vertido aquellas cuya propia estructura y relieve las hacía no aptas para otras dedicaciones: barrancos, laderas, fondos de valle, etc. Si bien es frecuente asociar lo abrupto de estos lugares con la idea de vertidos, cabe señalar que éstos pueden realizarse perfectamente en terrenos llanos (mediante excavación de trincheras; ver figura 8), o incluso formando nuevos relieves que puedan contribuir después a mejorar la estética del lugar. Son muy utilizadas estas modalidades en los EE.UU. y en Alemania. Puede señalarse también que si bien la marginalidad de los terrenos abruptos puede comportar un menor costo de adquisición, la práctica diaria de las operaciones puede verse encarecida debido precisamente a las dificultades de movimiento que entrañan. El tipo de emplazamiento tendrá -por tanto- una gran influencia sobre el proyecto general del vertedero, la forma y técnicas de explotación, las características y dotación del equipo a emplear, y en definitiva, en los costos finales por tonelada vertida.

Figura N° 8. Técnicas de operación.



Un elemento importante a tener en cuenta al elegir el emplazamiento, es la distancia hasta el centro de gravedad de la producción de residuos. Lógicamente, debe procurarse que esta distancia sea mínima, circunstancia que está condicionada por la propia disponibilidad de terrenos, las características geológicas de los mismos, la existencia de infraestructura adecuada, el coste de los propios terrenos y la disponibilidad de materiales para cubrir los residuos. De todos modos, en general puede decirse que una distancia superior a los 25/30 Kms. disminuye seriamente el atractivo económico que esta forma de eliminación supone, exigiendo, para esas o mayores distancias, operaciones de trasvase de las basuras mediante equipos especiales, todo lo cual implica inversiones complementarias de importancia.

Entre las variables a considerar, además de las estrictamente técnicas, tiene especial importancia el aspecto estético. Es conveniente la existencia de una franja de protección, no urbana o de dedicación agrícola, entre el núcleo habitado y la zona de vertido. De no existir, es conveniente establecer una pantalla, mediante plantación de árboles y arbustos. La geología del terreno es de la máxima importancia, y por consiguiente hay que proceder a un estudio completo y profundo de la misma, a fin de dotar los medios oportunos para prevenir la posible contaminación de las aguas subterráneas. La estructura geológica puede facilitar la impermeabilidad del vertedero. De no ser así, habrá que aplicar tecnología para obtener la deseada estanqueidad y protección subsiguiente de las aguas subálveas. Para este fin pueden utilizarse diversas técnicas.

La técnica del vertido controlado se basa en la disposición de las basuras (seguida o no de su compactación) y su posterior cubrición, cuando menos diaria, con materiales adecuados, generalmente tierras. La posibilidad de obtener regularmente el volumen necesario de tierras u otros materiales aptos, condiciona la instalación de un vertedero controlado o relleno sanitario.

No es imprescindible la cubrición diaria en el caso de que se recurra a la trituración previa de las basuras. En todo caso debe tenerse en cuenta que los materiales han de ser los precisos para la cubrición de los RSU, el sellado progresivo de los vertidos y la cantidad remanente para el control de posibles incendios en el vertedero. La técnica de relleno, previa excavación de los terrenos, proporciona, en general, suficiente volumen de material adecuado.

b) Control de los trabajos y operatividad del vertedero

El control se refiere tanto a la perfecta ejecución de los diferentes trabajos de explotación que exige el vertido, como a la precisión de efectuar éstos, teniendo en cuenta la prevención de daños ambientales y perjuicios ocasionales a la comunidad.

b.1) Trabajos de explotación.

Ya se ha hecho referencia a que la elección del emplazamiento condiciona el modo de explotación. Con independencia del control de la posible contaminación que pueda originarse, los trabajos de vertido deben tener un plan de operaciones que consta de tres elementos:

- La recepción de las basuras y su clasificación si fuese necesario. Para ello es preciso la existencia de un sistema de recepción (báscula, área de recepción con posibilidad de examen visual de las basuras, etc.) como se señala en la figura 9.
- El sistema de accesos y vías de transporte para acceder a las zonas de vertido. Es muy importante planificar debidamente su implantación ya que los desplazamientos innecesarios son muy costosos, los caminos interiores caros de mantenimiento y construcción, y el desgaste del equipo de trabajo considerable. Debe hacerse diferenciación entre camiones de recogida o transferencia en las propias áreas de vertido y aquellos otros que exigen un trasvase en el mismo vertedero que consiste en la descarga de los camiones en un área o playa habilitada al efecto, desde donde las basuras son nuevamente cargadas en vehículos especiales -ordinariamente de dos o tres tracciones- que son los que definitivamente las sitúan en su destino final.
- La existencia de un plan de vertido. No es conveniente, en principio, proceder al llenado sistemático de la totalidad del volumen disponible. La propia configuración topográfica del vertedero lo condiciona, pero a priori, parece más conveniente planificar los trabajos de forma que progresivamente se esté efectuando: la preparación para el vertido y acondicionamiento de zonas (desbroce, accesos, impermeabilización); el vertido propiamente dicho (descarga, extendido compactado, cubrición) y la aportación de la capa final de cubrición y sellado, y si es posible la recuperación vegetal de las zonas colmatadas y selladas. Es decir, la explotación progresiva de los volúmenes disponibles. Esta forma de actuar permite tanto escalar las inversiones de infraestructura (accesos, entubado, impermeabilización), como evitar que las aguas superficiales, especialmente las procedentes de lluvia, laven continuamente el total de las masas residuales, disminuyendo por consiguiente la percolación y la recogida y

tratamiento de los lixiviados. Las zonas ya rellenas no tienen por qué continuar siendo lavadas una vez se ha colocado la capa de cobertura definitiva y mucho menos si ya se ha instaurado un cultivo de protección vegetal.

Figura N° 9. Planificación de las áreas de relleno

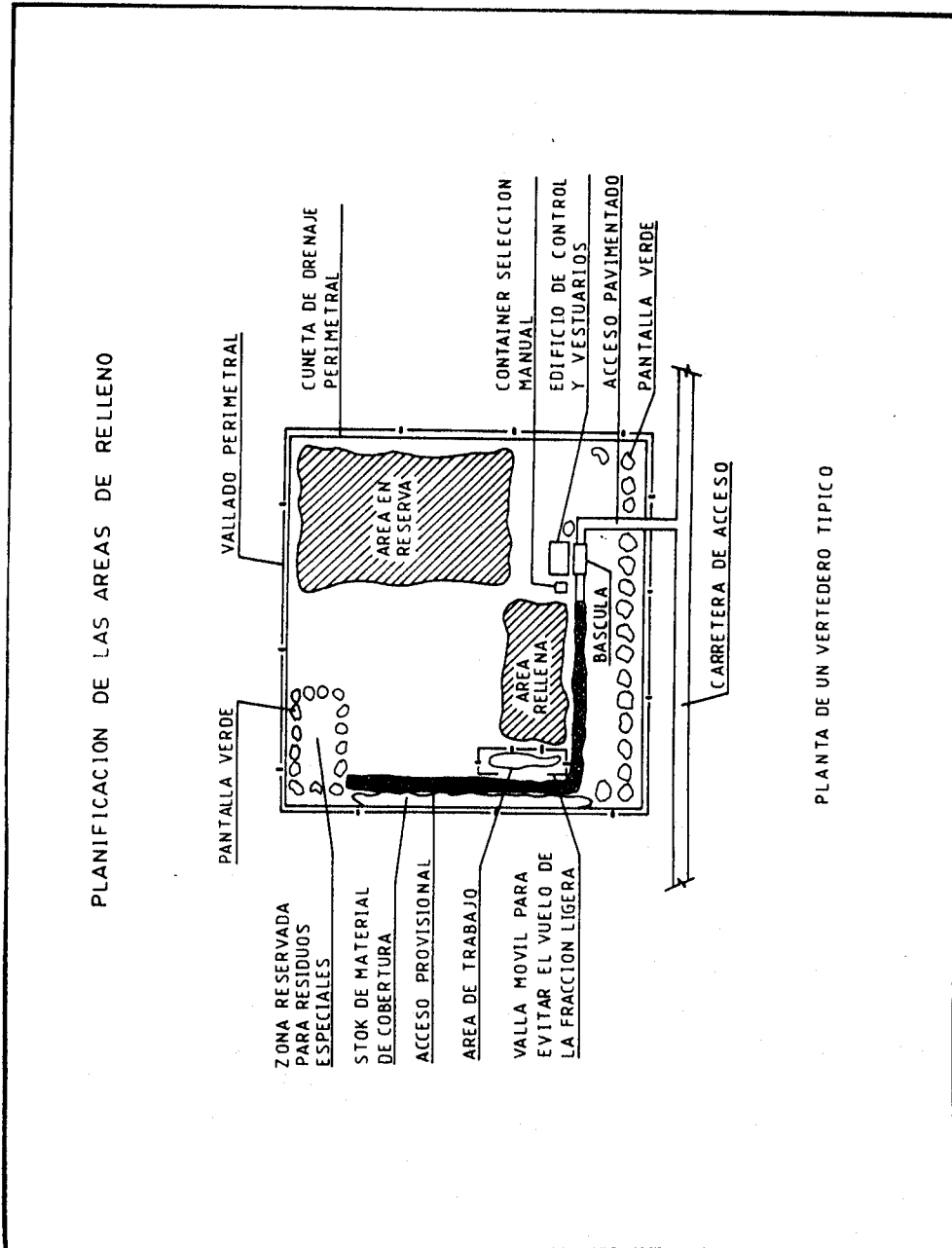
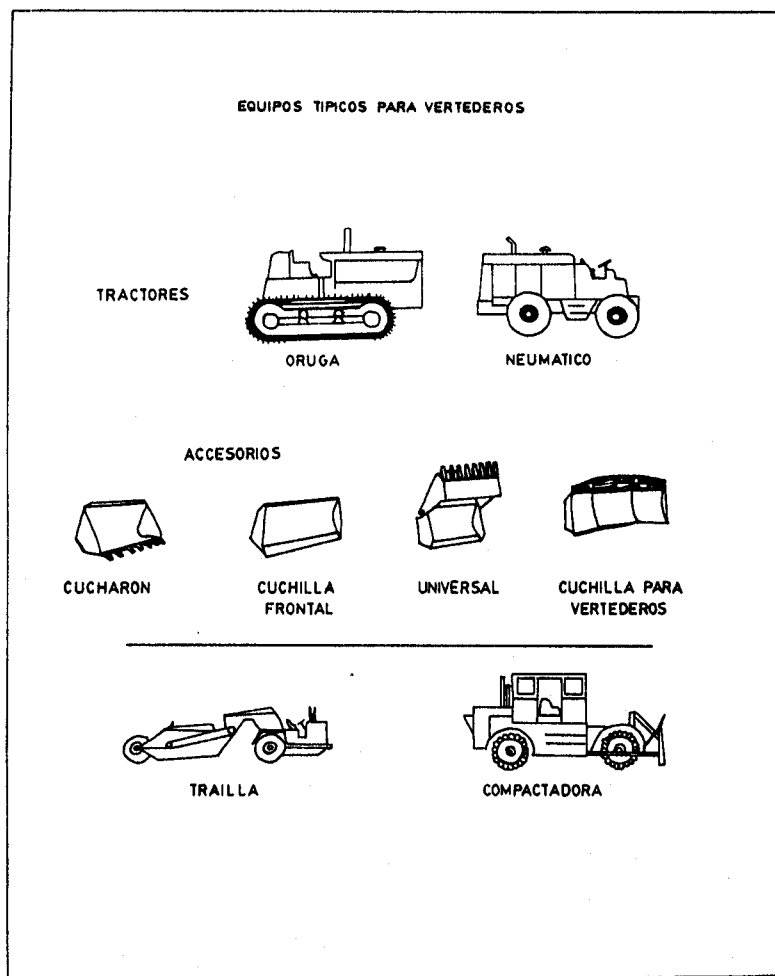


Figura N° 10. Máquinas



Esta forma de operar permite asimismo atenuar también el esfuerzo económico que suponen las inversiones para la cobertura definitiva, el sellado y la implantación vegetal final.

La dotación de equipos mecánicos para los trabajos de vertido viene determinada fundamentalmente por el tonelaje diario de basuras y tierras para manipular, estructura topográfica del vertedero y forma de explotación del mismo.

El tipo de máquinas que se emplea es el comúnmente utilizado en el movimiento de tierras y trabajos de obras públicas. Cuanto mayor es el volumen de residuos a tratar, mayor especialización cabe confiar a cada tipo de máquina. En vertederos pequeños, las máquinas que se utilizan poseen una mayor versatilidad (por ejemplo, hasta 50/75 Tm diarias una pala cargadora de ruedas puede acoplar y extender basuras, realizar una cierta compactación y proceder al arranque y extendido de tierras de cubrición). A mayores volúmenes de basuras, cada una de estas operaciones puede optimizarse si se utiliza la máquina más idónea para cada caso.

En las máquinas es usual realizar dos o tres adaptaciones específicas para el trabajo con basuras (ver figura N° 10):

- La adopción de ruedas macizas, o la protección de las mismas mediante cadenas (para las palas de rueda). Con ello la máquina resulta más lenta, pero más eficaz en los trabajos de excavación y compactado y más adaptable en condiciones climáticas adversas.
- La preparación de las máquinas para trabajos de extendido y movimiento con hojas de empuje y cucharones especialmente diseñados para trabajar con residuos domésticos.
- La protección de algunos órganos del motor para impedir la entrada de fragmentos de papel plástico.

Para muy pequeños tonelajes diarios de basura puede recurrirse al uso de un tractor agrícola de potencia media, equipado con pala cargadora y de un rodillo compactador del tipo utilizado en obras públicas, si se desea compactar.

En vertederos pequeños y medianos, las palas cargadoras de orugas o de ruedas (si éstas están protegidas) parecen ser las máquinas más adecuadas. Una combinación de las mismas junto con un bulldozer puede atender vertederos ya mayores. Para los grandes vertederos es necesaria la combinación de máquinas y la dotación de compactadoras equipadas con ruedas provistas de "patas de cabra" que permiten la elevada compresión de los residuos, y por tanto, el mayor aprovechamiento del terreno disponible. Esta máquina únicamente parece justificarse para tonelajes-día superiores a las 200/250 Tm. En los vertederos con trituración previa, en principio no parecen necesarias, aunque su compactación periódica puede resultar muy conveniente.

b.2) Trabajos de control ambiental en el vertedero.

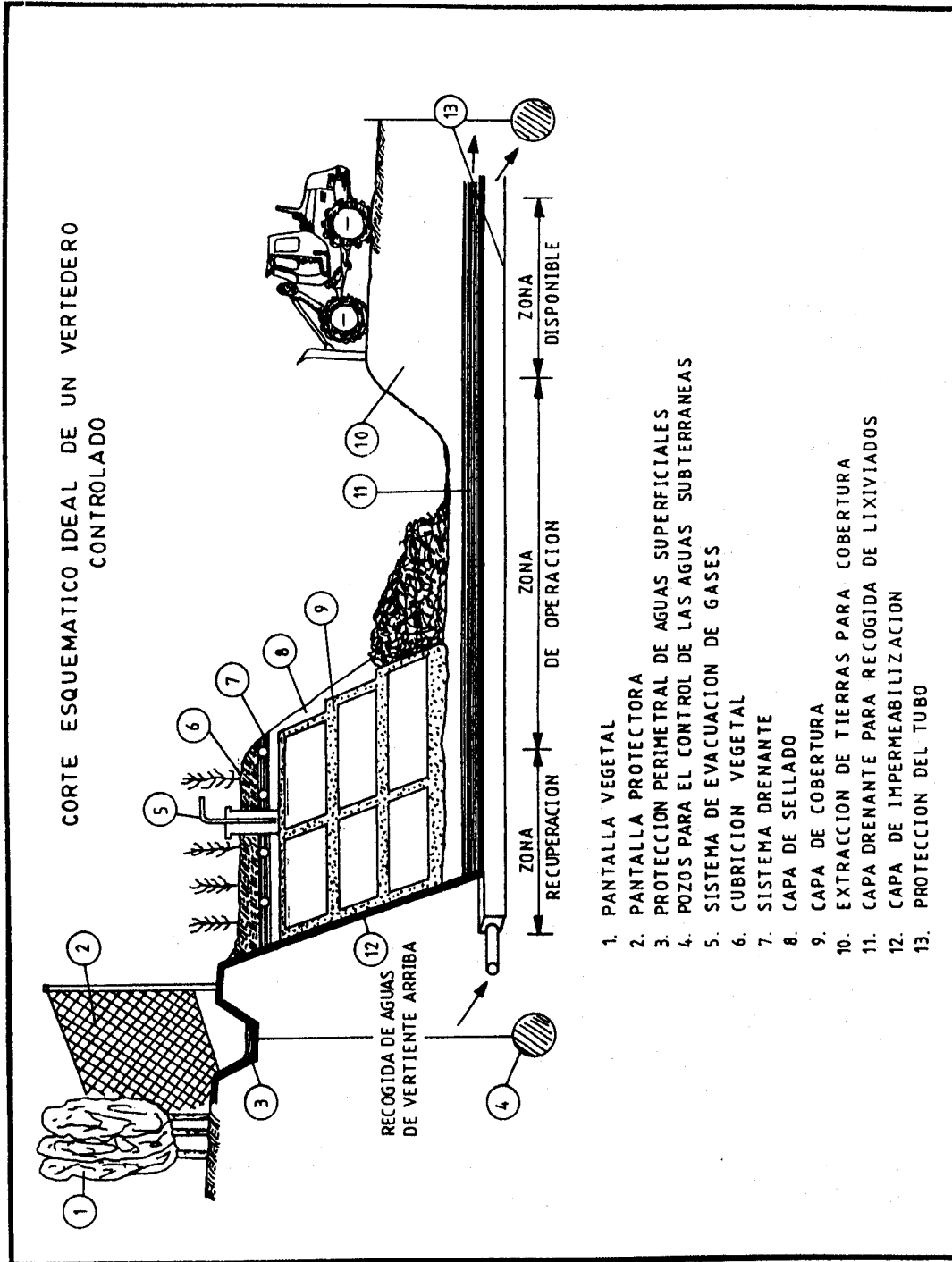
La primera cuestión que plantea exigencias al vertedero es el agua. Debe proyectarse el vertedero de forma que las aguas superficiales procedentes de escorrentías de lluvia no entren en contacto con las masas vertidas (independientemente de la lluvia caída directamente sobre el vertedero, que lo percola, lo lava y debe ser recogida posteriormente para su tratamiento). Pueden efectuarse dos formas de protección:

- Canalización de las aguas del vertiente arriba del vertedero para evitar que las penetren los lixiviados. Se utiliza la infraestructura que usualmente se denomina "entubado" (ver figura 11) del vertedero y que forma parte de la obra civil del mismo. Consiste en la colocación de una conducción de aguas -tubo- de diámetro acorde con el volumen de aguas torrenciales a evacuar y cuyas características técnicas están en función de la masa de residuos a soportar.
- Recogida de las aguas de lluvia que puedan escorrer ladera abajo por contacto con los residuos en fase de vertido. La protección suele efectuarse mediante zanjas perimetrales, que, al rodear la zona de vertido, impiden la penetración en ella de las aguas de escorrentía y las conducen al lugar de salida más idóneo. Lógicamente, estas zanjas deben hacerse ascender en el sentido de la pendiente, conforme se eleva la cota de basuras depositadas.

Para evitar que los lixiviados producidos por el vertido, o que la percolación de las aguas superficiales de lluvia, entren en contacto con las aguas subterráneas, es necesaria su recogida y tratamiento posterior. Sistemas de protección específicos son la impermeabilización del fondo y laderas del vertedero y el drenaje, conducción y recogida de los lixiviados para su tratamiento. El sistema de drenaje consiste habitualmente en la colocación de un lecho poroso de grava, provisto de pendiente en el sentido más favorable, cuya misión es recoger los lixiviados por encima del tubo de protección del vertedero y conducirlos hacia un depósito o balsa de recepción y almacenamiento. Para detectar si el vertedero contamina las aguas subterráneas o superficiales, deben practicarse pozos y estaciones de muestreo, situados aguas arriba y aguas abajo del vertedero, en el sentido del movimiento de las aguas subálveas que el estudio geológico del terreno haya determinado.

Estas recomendaciones se encuentran señaladas en el corte esquemático que se presenta en la figura 11.

Figura N° 11. Corte esquemático ideal de un vertedero controlado.



El tratamiento y evacuación de los lixiviados (comúnmente conocidos como "percolados") es seguramente el problema más complejo que se plantea al explotar un vertedero. Dicha complejidad deriva: i) de la composición de las aguas de lixiviado, ordinariamente muy cargadas de productos orgánicos procedentes de la descomposición de la materia orgánica. Además, contienen otros productos de origen no orgánico, como detergentes, aceites y grasas minerales, metales pesados, etc., constituyentes de las propias materias vertidas, aunque no tienen un específico origen industrial; y ii) de la variación de flujo de lixiviados, que depende del régimen de lluvias y de la forma de explotación del vertedero (compactado, formación de células, etc.).

Por sus especiales características de carga contaminante, estos lixiviados no deben verterse a cauce público. Las formas de evacuación y tratamiento que se suelen utilizar son las siguientes:

- Reincorporación al vertedero o recirculación, con objeto de disminuir su cantidad, por evaporación, y favorecer el proceso fermentativo; objetivos ambos que hasta la fecha no parecen haber tenido una confirmación clara. Esto fue demostrado en la Tesis Doctoral del Dr. Marcel Szanto "*Optimización energética de un vertedero controlado frente a la contaminación de las aguas*", Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, España 1986.

Se demuestra en la tesis que la recirculación en función de la edad del vertedero permite una disminución de la carga contaminante del lixiviado. Como consecuencia se demuestra una mayor degradabilidad, por saturación obteniéndose una mayor generación de gas en condiciones anaerobias. Finalmente se logra, con este efecto, una mayor velocidad de consolidación de la masa de residuos que permite una mayor estabilidad y un mejor aprovechamiento del espacio.

- Depuración, lo cual comporta gastos importantes dada la composición de los lixiviados. Esta operación comporta la recepción del lixiviado en balsas de regulación y almacenamiento; decantación de las materias en suspensión mediante la adición de productos químicos; oxidación de las aguas resultantes mediante aparatos de aireación; dilución de los lixiviados para permitir su tratamiento; cloración y tratamiento específico; control analítico de los vertidos resultantes; extracción de los fangos decantados.
- Recogida en transportes especiales y conducción a la red de saneamiento urbano o la estación depuradora de aguas residuales.

- Lagunaje, con el cual se consigue su evaporación natural. Se vierten a continuación los fangos decantados (sistema que entraña molestias ambientales no despreciables: olores pestilentes, insectos, etc.).
- Solidificación, por absorción química, que permite la obtención de una materia inerte, similar a tierra, que se puede utilizar como material de cubrición o de relleno en el propio vertedero (el producto resultante retiene en su estructura molecular los contaminantes presentes en los lixiviados). Este sistema comporta una adición muy importante a los costes.

La segunda cuestión que plantea exigencias es que la materia orgánica sometida a fermentación anaerobia genera gas metano (CH_4) junto con otros gases, y que este gas, al migrar al exterior de la masa vertida, debe difundirse en la atmósfera. Las medidas de control consisten precisamente en favorecer la migración exterior del gas, impidiendo que se acumule en bolsas o permanezca en el interior de la masa vertida. Las técnicas más utilizadas son:

- Impermeabilización de las paredes del vertedero para impedir que los gases penetren en el terreno, forzándolos a salir al exterior. (Ver figura N°12)
- Colocación de barreras porosas (grava, materiales granulares) situadas de forma perimetral o transversalmente a las capas del vertido a fin de permitir una mayor facilidad a la emanación natural del gas. (Ver figura N° 13)
- Colocación de chimeneas de salida, sistema que debe practicarse en todo vertedero, incluso en las fases de relleno y regeneración. Supone una práctica válida para la recuperación y aprovechamiento energético del gas.

En la actualidad los vertederos chilenos y brasileños lideran en latinoamérica, la recuperación de biogas.

La figura N° 14 muestra una captación de biogas y cogeneración.

Figura N° 12. Impermeabilización de un vertedero.

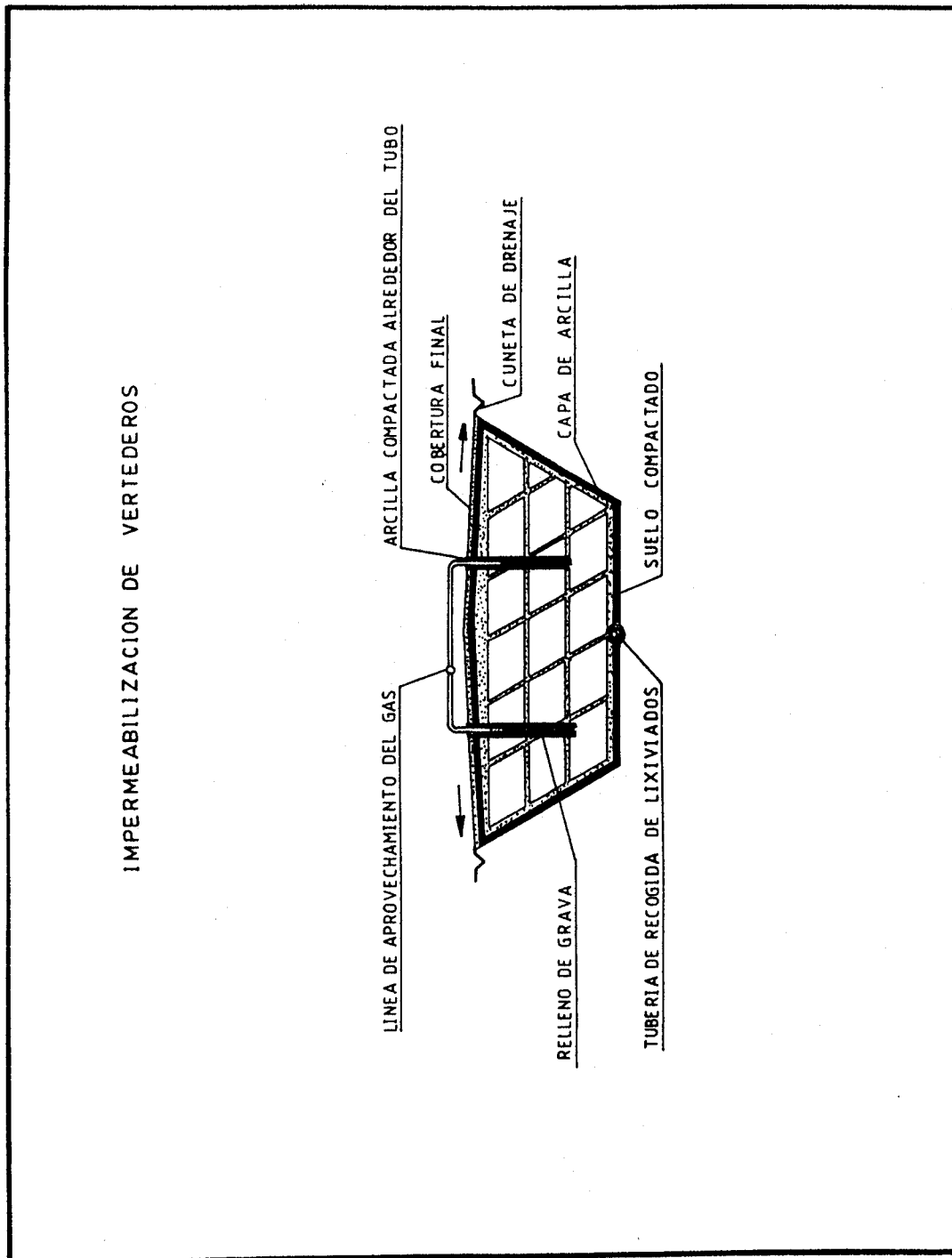


Figura N° 13. Sistema de captación del biogas.

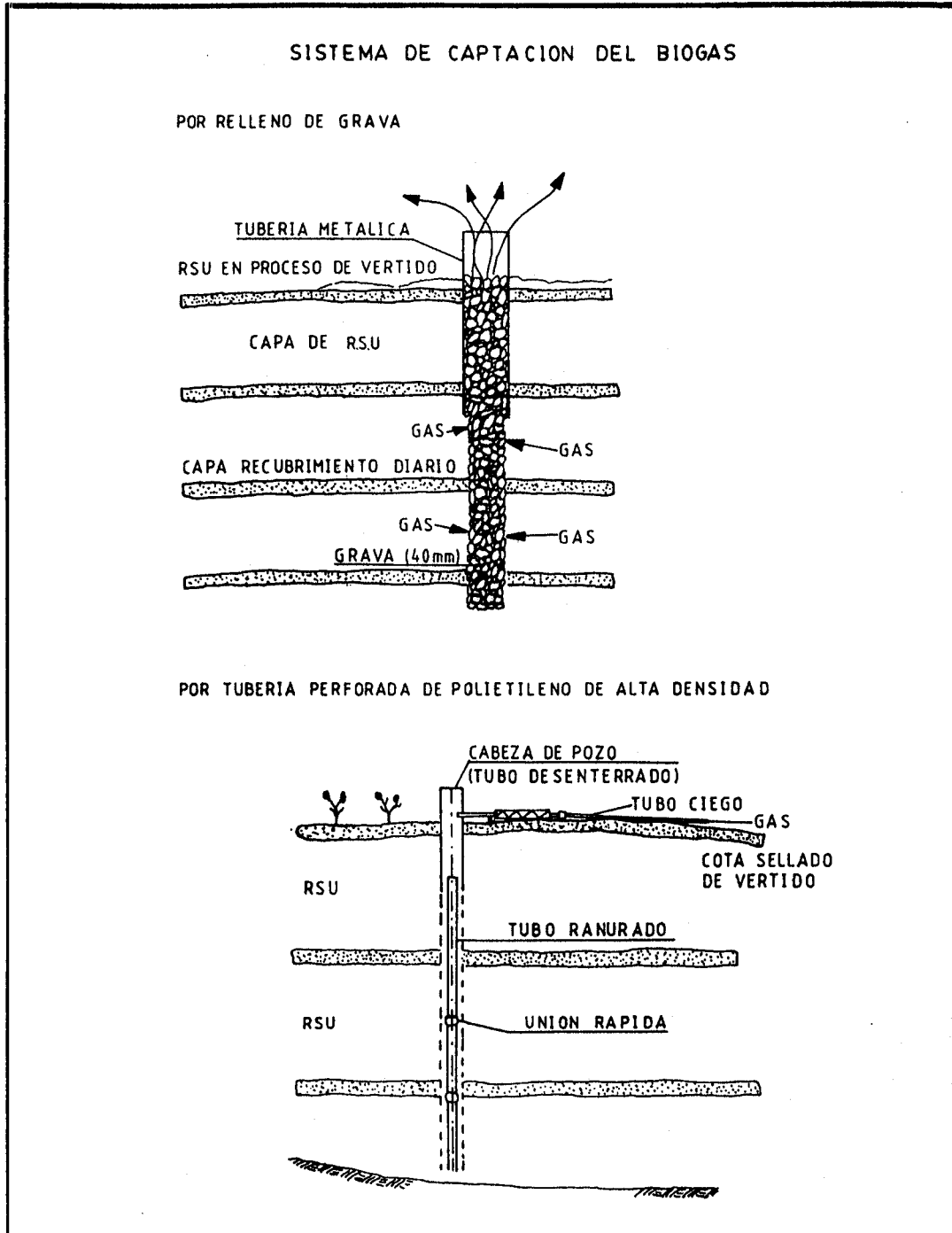
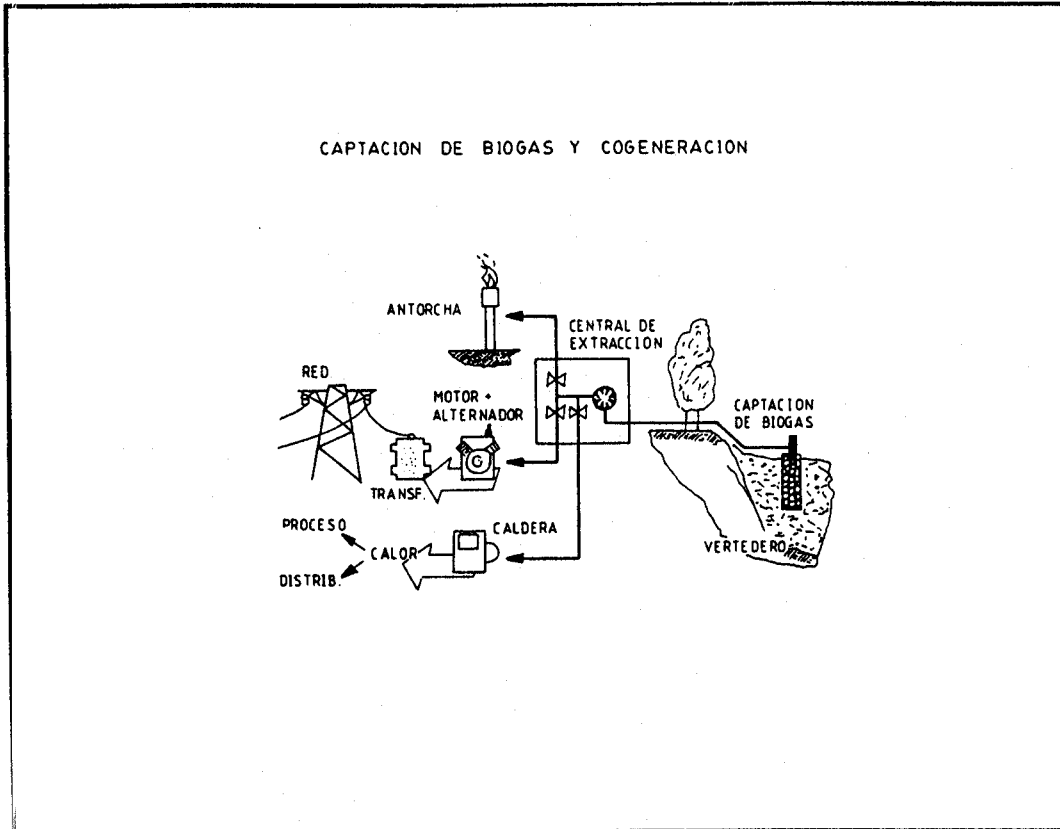


Figura N° 14. Captación del biogas y cogeneración.



El control de los gases disminuye sensiblemente las causas de fuego en un vertedero. También contribuye a ello la compactación de las basuras y su cubrición periódica, así como la señalización adecuada en el vertedero de los puntos que puedan entrañar riesgo, el equipamiento de los vehículos y máquinas de un sistema de escape de gases provisto de dispositivo antichispas, la dotación de equipos contra incendios, remanente de agua, un camión cisterna y la disponibilidad en todo momento de suficiente volumen de tierras para aportar al punto de combustión.

El control de roedores -ratas y ratones- tampoco es tarea fácil. El compactado y cubrición diarios de las basuras contribuyen a evitar su proliferación, pero debe mantenerse las zonas de vertido y entornos, libres de desperdicios frescos; y hay que proceder a trabajos de desratización.

En determinadas épocas puede ocurrir también que la población de moscas y mosquitos prolifere de forma alarmante. A las medidas preventivas explicadas hasta ahora debe añadirse la utilización combinada de insecticidas, bien sea en tratamientos de choque mediante productos de alta dispersabilidad y de acción inmediata (pero que tienen el inconveniente de su escasa permanencia) sobre las capas de basura, bien sea mediante tratamientos preventivos, con productos de elevado índice de residualidad, sobre las zonas próximas al vertido: tierras, matorrales, hierbas, etc. Tanto en el control de roedores como en el de insectos es aconsejable la variación periódica de las materias activas.

En cuanto a protección general del vertedero, es aconsejable el vallado y cerramiento de las zonas de vertido. La figura N° 11 resume en un corte esquemático el ideal de un vertedero controlado.

c) Recuperación y utilización posterior de vertederos

El sistema de vertido permite el aprovechamiento de terrenos marginales mediante su llenado con basuras y residuos, siempre y cuando se efectúe de forma ordenada y siguiendo la técnica de sellado sanitario o vertido controlado. En el aprovechamiento de estos terrenos y en su utilización posterior para usos comunitarios (cuando no en su posible plusvalía económica), reside una de las razones que más pueden favorecer la instauración de vertederos controlados, razón que en un futuro posiblemente habrá de contribuir a cambiar la pésima imagen que el vertido como forma de eliminación de residuos, tiene en la actualidad. El destino final y la forma de recuperación han de planificarse ya desde el proyecto del vertedero para permitir la recuperación de unos necesarios espacios, que de lo contrario continuarían estando fuera de la posibilidad de goce ciudadano.

En el caso de descargas a cielo abierto o microvertederos, la única forma para proceder a la regeneración es mediante su limpieza integral, es decir, retirando los materiales abandonados con la ayuda de máquinas y medios de transporte para proceder a su disposición definitiva en un vertedero controlado. En casos de vertidos de magnitud, se debe sellar y recuperar el área dañada.

En el caso de vertederos incontrolados cabría diferenciar tres tipos: los que pueden transformarse en vertederos controlados o, clausurados definitivamente pueden ser sellados

y regenerados; aquellos otros que exigen mayores trabajos, usualmente la extinción de incendios interiores con la precisión de desmontar los residuos en combustión, esparcirlos en capas delgadas y extinguir los fuegos con tierras y la subsiguiente ayuda de medios mecánicos; y los que son totalmente irrecuperables por hallarse situados en un lugar tal que la contaminación de aguas es permanente, salvo que se desvíen los cursos de agua, se aislen totalmente las masas vertidas, o sean desmontados para su carga y transporte a un vertedero que reúna condiciones de seguridad.

El reacondicionamiento mínimo que habrá que efectuar de los vertidos incontrolados es un reto que deberá afrontarse con espíritu comunitario de sacrificio económico ya que su costo será importante.

Los trabajos de adecuación final de un vertedero controlado se denominan de sellado, el cual implica las siguientes operaciones:

- Compactado y cobertura de capa final.
- Colocación, se fuera necesario, de los sistemas para la evacuación de gases.
- Aportación de la capa final de cobertura.
- Colocación de una barrera impermeable (se utilizan para ello las técnicas conocidas: arcillas, láminas), o de un sistema drenante, mediante tubos de dren agrícola situados sobre un lecho de arena de 10/15 cms. de espesor. Esta obra tiene por misión evitar que las aguas de lluvia puedan percolar a través de la capa exterior de tierra vegetal, alcanzando la masa residual vertida y continuando su acción de lavado, así como evitar que, por capilaridad, los contaminantes presentes en las basuras puedan ascender hasta alcanzar la capa vegetal, con lo que puede afectar tanto a la cubierta vegetal implantada como a las aguas superficiales que puedan escurrir por ella.
- Aportación de las tierras vegetales necesarias a la cobertura final, cuyas características han de permitir la progresión de las plantaciones. No es fácil disponer de suficientes volúmenes de esta clase de tierras, pues según sea el destino final del vertedero (reforestación, cultivo agrícola, parque forestal) la capa puede exigir un espesor de hasta 100 cms. Para resolver este problema puede contarse con la separación para su utilización final de las tierras superficiales extraídas en los trabajos de obtención de las cubriciones diarias; la importación de tierras vegetales de otras procedencias, lo cual exige costes importantes y la elaboración de las tierras vegetales in situ, bien sea por fertilización artificial de tierras inertes mediante aporte de abonos orgánicos y

fertilizantes químicos, bien sea mediante instauración temporal de una cubierta vegetal tapizante (mezcla de leguminosas y gramíneas), que permite disponer de una importante masa vegetal enterrada que confiere a las tierras originales buenas cualidades agronómicas.

Este último es el sistema que parece más aconsejable.

Implantación definitiva del tipo de vegetación que se desea. Como ejemplos de destino final de vertederos cabe señalar que los aparcamientos de automóviles del Aeropuerto La Guardia de Nueva York, EE.UU., se hallan edificados sobre un antiguo vertedero.

FACTORES IMPORTANTES EN EL DISEÑO DE VERTEDEROS	
--	--

EMPLAZAMIENTO	MATERIAL DE COBERTURA
ACCESOS	AGUAS SUPERFICIALES
CIERRES	BIOGAS
PLAN DE VERTIDO	DRENAJES
MAQUINARIA	RECUPERACION DEL AREA
IMPERMEABILIZACION	EQUIPAMIENTO
	REQUISITOS AMBIENTALES

En cuanto a la dedicación a usos públicos,

en especial como parques, campos de deporte, terrenos de golf, etc., son numerosísimos los precedentes que existen en Gran Bretaña, EE.UU., Alemania o Francia. En América Latina se debe destacar los proyectos "Parque La Castrina" y "Parque La Feria" en Santiago de Chile.

Este último, localizado en el corazón de un centro poblacional denominado comuna Pedro Aguirre Cerda, y que luego de explotar aproximadamente 30 hectáreas colocando 3000 Tn/Día de residuos, operando entre los años 1977 y 1982, con financiamiento del Gobierno, a través del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo (MINVU), y asesoría de la Escuela de Ingeniería en Construcción, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Valparaíso-Chile, es hoy un extraordinario parque público.

Consideración especial merece el tema de la regeneración ecológica, tanto por la progresiva desaparición de espacios naturales próximos a los núcleos habitados, como por haber sido práctica desafortunada la dedicación a zonas de vertido de espacios provistos de una intrínseca riqueza natural y científica.

En tales casos, la recuperación no debiera ser únicamente vegetal, sino que en la medida de lo posible debe contemplar la reimplantación ecológica, tanto desde la vertiente vegetativa (reconstrucción de fitocenosis), como desde la puramente paisajística (estructura topográfica típica del entorno). En este sentido deben extremarse todavía más las medidas de control y protección de la masa residual. De cualquier manera, parece imprescindible la utilización de los materiales originales del ecosistema (suelo, rocas, especies vegetales típicas, etc.),

evitando la introducción de especies exóticas, que únicamente vendrán a alterar y probablemente a degradar todavía más el equilibrio ecológico dañado.

d) **La importancia de la participación ciudadana.**

En general, los vertederos tienen una pésima imagen pública. Aparte de las molestias que los vertidos incontrolados ocasionan a la población y de la degradación ambiental inducida, las decisiones políticas de instalación o mantenimiento de determinados vertederos pueden dar lugar a la crítica de actuaciones consideradas como poco democráticas o tomadas de espaldas a los intereses comunitarios. No se entra aquí en el análisis de esas posiciones críticas, pero sí debe señalarse que en cualquier nuevo proyecto de instalación de un vertedero controlado hay que contar con la opinión ciudadana.

Si a la posición de defensa de un derecho ciudadano, se agrega la posibilidad de recibir molestias (ruidos, polvos, ratas, malos olores) y la degradación del medio ambiente del entorno (contaminación de las aguas, incendios, humos), la oposición puede llegar a ser muy intensa y a comprometer seriamente el proyecto. Sin ánimo de manipulación de esta legítima acción comunitaria, es evidente que si el proyecto se ha desarrollado siguiendo las pautas técnicas señaladas, ha de ser perfectamente defensible ante la opinión pública. De ahí el interés en informar fielmente de cómo se han de llevar a término los trabajos de vertido, alternativas posibles que se han considerado, impacto ambiental producible, alcance de las molestias, medidas precautorias y de control y balance económico.

Dentro de la tónica de información pública, deben preverse y establecerse fórmulas que permitan la participación ciudadana en la gestión del vertedero, muy en especial en lo referente al control de las molestias, y al posible impacto ambiental (análisis de aguas, emisión de humos y olores, clase y origen de los residuos vertidos, etc.). Para evitar posiciones enconadas, los órganos de gestión del vertedero deben recibir y tratar de resolver todas las quejas y sugerencias ciudadanas.

e) **Tipos de vertedero controlado**

Las llamadas *descargas simplificadas* constituyen una forma práctica y barata de tratar las basuras en las pequeñas aglomeraciones urbanas. La explotación se inicia con la simple entrega y descarga de las basuras en un área acotada al efecto. Debido a la pequeña cantidad de residuos depositados y a la escasez de medios de los municipios que puedan verse afectados, no se justifica la instalación y equipo permanente necesarios, ya que su

costo de adquisición puede implicar una inversión desproporcionada al volumen de residuos a tratar, siendo imposible su amortización racional. La Organización Panamericana para la Salud, ha recomendado para estos casos el diseño de vertederos de operación manual.

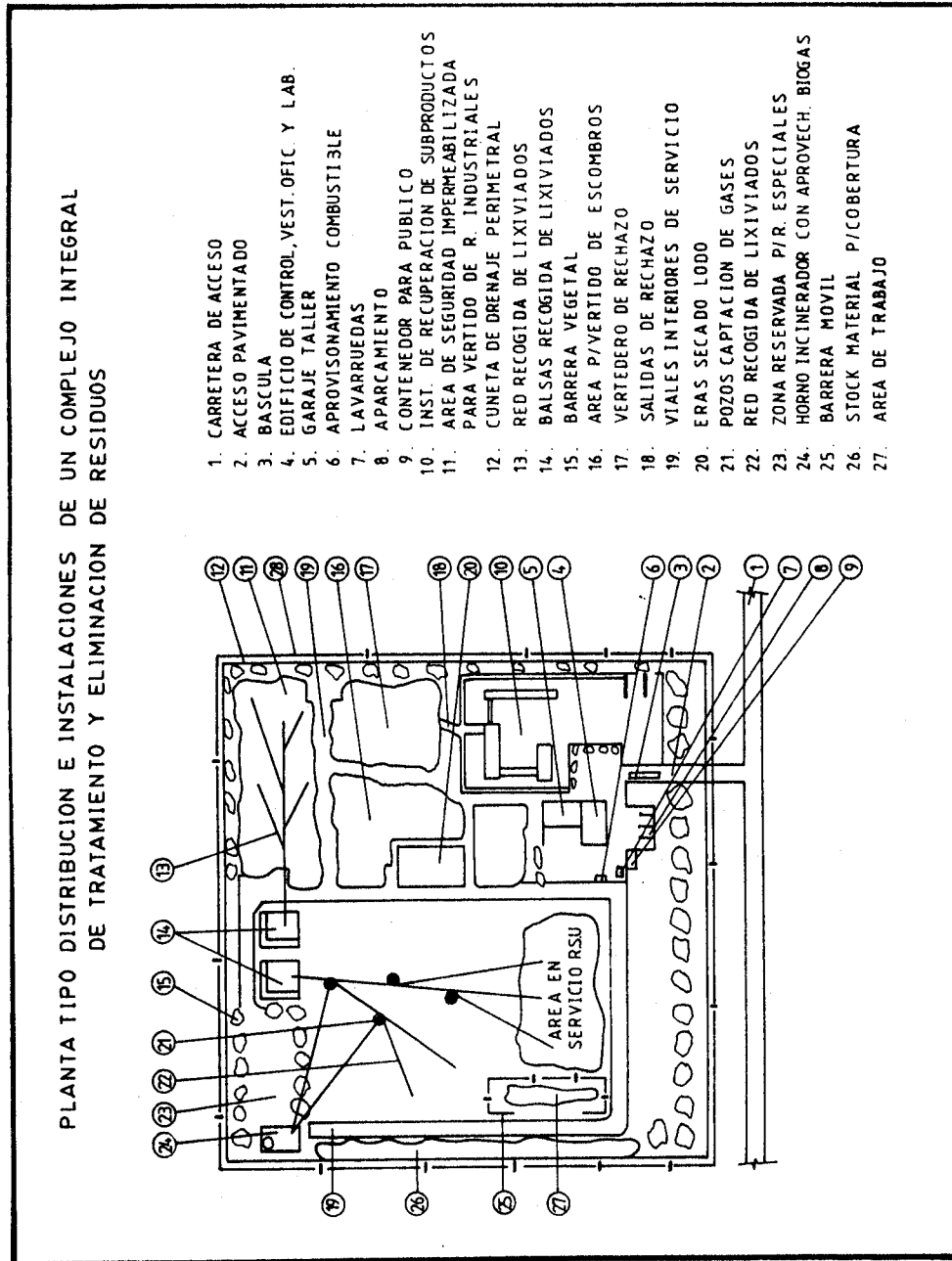
La consecuencia lógica de las descargas simplificadas es pensar en la organización de un servicio mancomunado de recogida y tratamiento de basuras; pero mientras no se realice puede establecerse esta fórmula, que resulta económica y reduce el impacto ambiental que ocasiona el vertido totalmente incontrolado.

El lugar elegido debe reunir las condiciones geológicas adecuadas de forma que no haya posibilidad de contaminación seria de las aguas (contaminación por otro lado limitada si se tiene en cuenta el reducido tonelaje de basuras a depositar). El área habrá de protegerse mediante vallado y señalización; debe haber, además, compactación periódica (al menos semanal), control periódico de parásitos y descarga de las basuras en capas delgadas, no en acumulaciones de altura, con recepción únicamente de aquellos residuos que hayan sido previamente autorizados, reservándose la entrega de los considerados como especiales al horario de los trabajos de cubrición.

A continuación se puede observar la figura N° 15 que nos muestra una planta tipo con la distribución e instalación ideal de un complejo integral de tratamiento y eliminación de residuos.

Se denomina *vertedero semi-controlado* aquel tipo de vertedero -son numerosísimos los ejemplos existentes en Chile (Valparaíso-Chile con recuperación de gas, Viña del Mar-Chile, Papudo, Limache)- que cumpliendo varias de las condiciones necesarias a los controlados, no reúnen la totalidad. El defecto puede ser: de medidas y trabajos de control, de suficiente dotación de equipo, de instalaciones, etc. En todo caso, nunca se considerarán dentro de este grupo aquellos que ocasionen contaminación importante de aguas o se hallen en situación de incendio.

Figura N° 15. Planta tipo distribución e instalaciones de un complejo integral de tratamiento y eliminación de residuos.



Su evolución lógica es, o bien pasar a controlado -y por tanto dotarse técnicamente de la infraestructura, equipo e instalaciones necesarios (con la aplicación del subsiguiente plan de operaciones, trabajos y controles)- o bien proceder a su clausura, acondicionado debidamente el espacio mediante su sellado, cubrición vegetal y reinserción.

El **vertedero con compactación y desgarre** es un vertedero controlado convencional, al que se ha dotado de equipos especiales de compactación del tipo "pata de cabra" o similares. Las ventajas del compactado son las siguientes:

- aumenta la densidad de la masa vertida, con lo cual disminuye su volumen, y por tanto prolongará la vida útil del vertedero
- ofrece una mayor homogeneización de los residuos, como consecuencia tanto de la propia compresión como de la dislaceración o desgarre que experimentan por la acción de las ruedas del compactador dotadas de "pata de cabra" o de cuchillas
- permite evitar incendios al disminuir la porosidad de la masa vertida ya que se limita la acumulación de gas metano y se dificulta la penetración del aire de la misma
- disminuye la percolación ya que los residuos fuertemente compactados se hacen casi impermeables al paso del agua
- permite, en determinadas ocasiones. el esparcimiento de las cubriciones (siempre y cuando las capas de residuos, una vez compactados, sean de un máximo de 80 cms. de espesor y el compactado se haya efectuado diariamente)
- dificulta la proliferación de ratas, aunque en modo alguno las inhibe.
- mejora el aspecto general del vertedero.

Puede decirse, en términos generales, que hoy en día es inconcebible que vertederos con una capacidad operacional por encima de las 250 Tm/día -salvo que utilicen técnicas especiales- no estén equipados con estos equipos de compactación. Las marcas comerciales de compactadores que se hallan presentes en el mercado son variadas. Se pueden clasificar en dos grupos: las que son adaptaciones de compactadoras articuladas (de obras públicas) y las que han sido especialmente concebidas para trabajar sobre basuras.

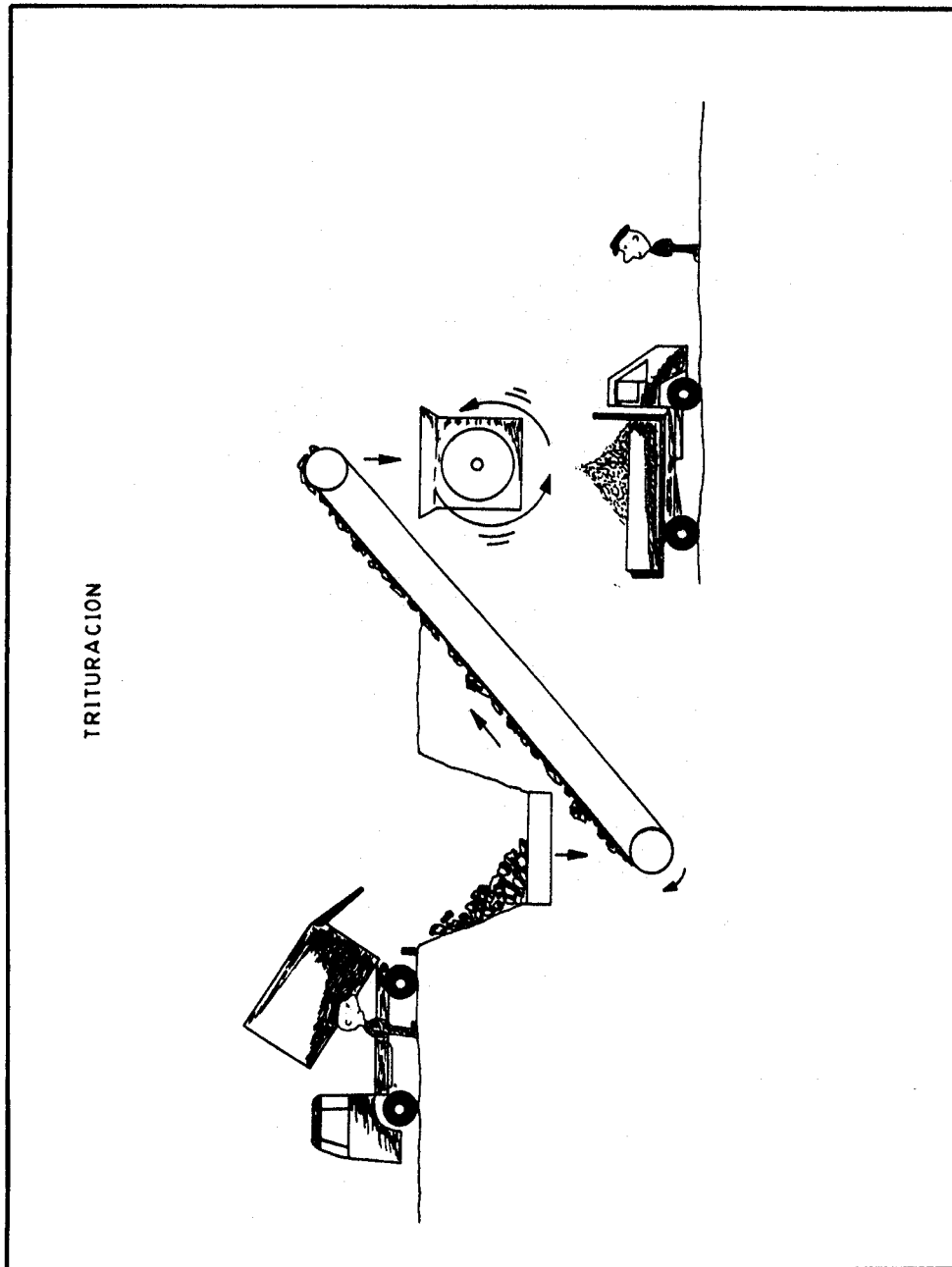
Todas presentan suficiente garantía operacional, pero cuando se trata de importantes volúmenes de basuras, las del segundo tipo acostumbran a dar un mayor rendimiento, a la par que presentan mayor robustez mecánica.

El *vertedero con trituración previa* presenta una serie considerable de ventajas junto a unos mayores costos de inversión, si bien no forzosamente de explotación, aunque esto está en función de las características del vertedero. Los costos de inversión sólo se justifican plenamente cuando el triturado de los residuos sirve además para optimizar su transferencia a grandes distancias. En tal caso, la combinación: planta trituradora-estación de transferencia-transporte especial-vertido de material triturado, supone una clara mejora del proceso. Más cuestionable resulta la instalación de la trituración en el propio vertedero.

Las ventajas derivadas de la trituración previa de las basuras y de su vertido en tales condiciones son las siguientes:

- aprovechamiento máximo del volumen del vertedero como consecuencia del excelente asentamiento de la masa residual
- reducción de la masa (efecto derivado de la fermentación aerobia que puede producirse en ella, se llega a alcanzar un grado de mineralización considerable en un poco tiempo)
- más facilidad en los trabajos de explotación al ser innecesarias las cubriciones diarias
- disminución y prácticamente eliminación de los riesgos de incendio en el vertedero
- limitación de las emanaciones de gas metano en vertedero aerobio.
- disminución del impacto producido por la dispersión de papeles, plásticos, polvo, etc.
- mejora general del aspecto del emplazamiento como consecuencia de lo anterior y de la mayor homogeneización de la masa residual vertida
- disminución de la población de ratas, ya que, en medio aerobio, la fermentación es capaz de generar una temperatura que impide a estos animales su permanencia en el vertido (similar argumento es aplicable a la proliferación de insectos, pues está demostrada la disminución de vectores biológicos).

Figura N° 16. Trituración



- una más rápida y mejor recuperación final del emplazamiento, al optimizarse el asentamiento de la masa y al limitarse la producción de gases
- Debe señalarse que un 90 % de los vertederos que nacieron sin cubrición, por las condiciones climáticas y sanitarias a que se vieron afectados, han debido pasar a vertederos de diseño convencional con cubrición periódica.

Debe citarse el *vertido de bloque o "high baling"* que se basa en someter los residuos a un proceso de compresión tal, que permite transformarlos en "balas" de gran tamaño y peso y elevada compactación. Esta operación facilita no sólo el vertido -ya que sus especiales características permiten efectuar cualquier relleno sin riesgos graves de deterioro ambiental- sino también el transporte. En la actualidad en la Universidad de Cantabria-España, el grupo de investigadores en residuos sólidos realiza una importante investigación a ese respecto.

Los bloques pueden usarse para efectuar recuperación de suelo.

Estos casos no constituyen propiamente casos de vertido, sino una determinada manera de aprovechamiento de las basuras. Nuestros residuos urbanos, con un porcentaje de hasta un 90% de humedad y con escaso contenido celulósico -papel y cartón- en relación al de los países señalados, hacen que este procedimiento aquí sea hoy por hoy inviable.

Los vertederos controlados presentan frente a los otros sistemas de tratamiento las siguientes *ventajas*:

- Fácil implantación.
- Costes reducidos de instalación y funcionamiento.
- Capacidad de absorber variaciones de producción.
- Escaso impacto ambiental cuando su proyecto y gestión son correctos.
- Posibilidad de utilización, una vez clausurado, como campo de deportes, zona ajardinada, lugar de campamento, etc.

Como *inconvenientes* se pueden considerar:

- La necesidad de grandes superficies de terreno.
- Su ubicación alejada de los núcleos urbanos con el consiguiente encarecimiento del transporte de los residuos.
- La imposibilidad de aprovechamiento de los recursos contenidos en las basuras.

En cualquier caso, hay que considerar que el vertido es un sistema complementario de cualquier otro tipo de tratamiento, puesto que todos producen rechazos que hay que eliminar.

4.4.2. Incineración

La incineración es un proceso de combustión controlada que transforma la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos en materiales inertes (cenizas) y gases. No es un sistema de eliminación total, pues genera cenizas, escorias y gases, pero determina una importante reducción de peso y volumen de las basuras originales.

La reducción de peso es aproximadamente del 70% y el volumen del 80 al 90% dependiendo fundamentalmente del contenido de fracciones de combustibles e inertes.

Toda planta incineradora de residuos urbanos debe estar proyectada para realizar las siguientes operaciones:

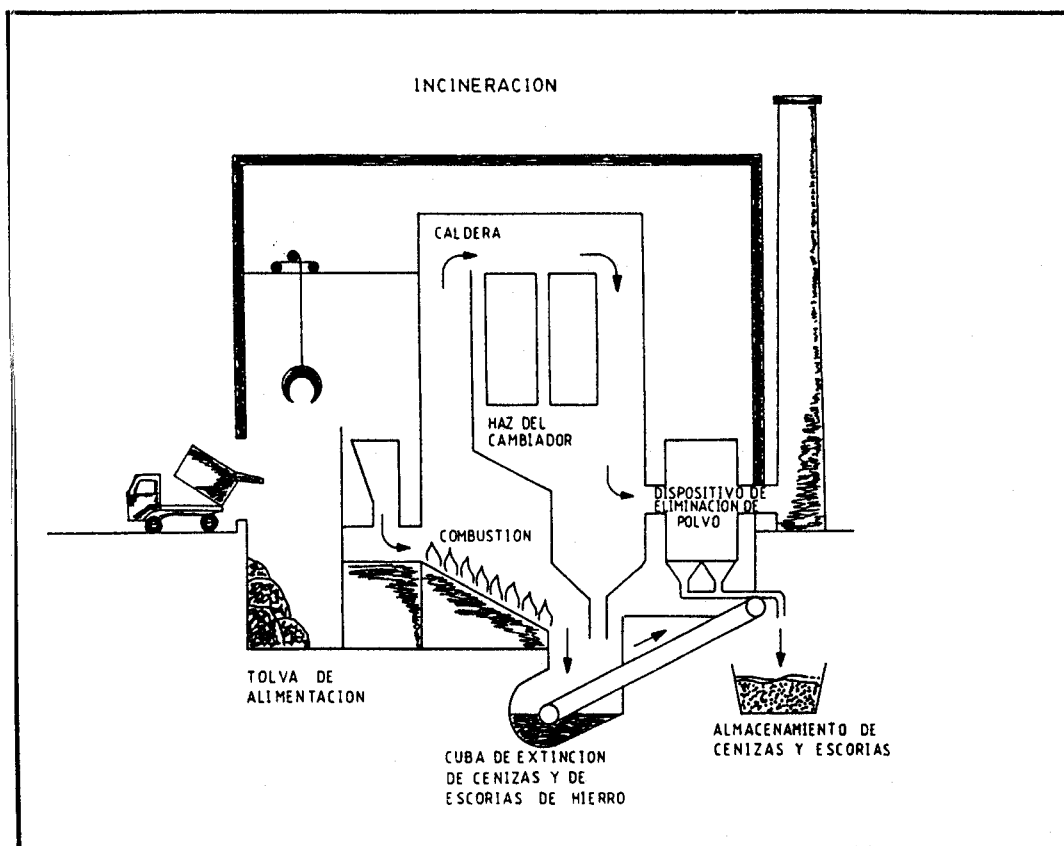
- Recepción, pesaje y almacenamiento.
- Alimentación y dosificación de hornos.
- Extracción de cenizas y escorias.
- Refrigeración de gases.
- Tratamiento de los gases de combustión.
- Transporte de escorias.

Las distintas partes del incinerador deben cumplir una serie de requisitos mínimos para poder transformar los residuos en ceniza o escorias prácticamente inertes; para conseguir que los gases de combustión contengan la mínima cantidad de polvo y para que el agua utilizada en el proceso no represente un peligro de contaminación.

La utilización del sistema de incineración para tratar los residuos sólidos urbanos presenta las siguientes *ventajas*:

- Escasa utilización de terrenos.
- Posibilidad de implantación cerca del núcleo urbano.
- Puede tratarse cualquier tipo de residuos si su poder calorífico es adecuado.
- Puede adecuarse para la eliminación de fangos de aguas residuales.
- Existe la posibilidad, para plantas de gran capacidad, de recuperación de energía.

Figura N° 17. Incineración.



Sin embargo existen también una serie de *inconvenientes* que generalmente son de tipo económico:

- Inversión alta de la instalación.
- Costes operacionales elevados.
- Escasa flexibilidad para adaptarse a variaciones estacionales de la generación de residuos.

- Técnica de explotación muy especializada.
- Exposición a paros y averías, por lo que precisan un sistema alternativo.
- Precisan, en mayor o menor grado, aporte de energía exterior para su funcionamiento.
- No suponen un sistema de eliminación total, precisando un vertedero para los rechazos.

Los problemas de contaminación atmosférica están resueltos, pero suponen importantes inversiones en sistemas de depuración de humos.

También ha de considerarse el coste de tratamiento de las aguas residuales generadas por los residuos en la zona de almacenamiento y de las utilizadas en el enfriamiento de escorias.

Algunos de los *factores que determinan o condicionan la implantación de un sistema de incineración* son los siguientes:

- Volumen de residuos a incinerar.
- Poder calorífico inferior de las basuras (PCI).
- Costes de inversión.
- Gastos de explotación.

El PCI es fundamental para estudiar la posibilidad de incineración. Un valor de 1.000 kcal/kg es el límite mínimo para adoptar este sistema, ya que permite la combustión de residuos en los grandes incineradores sin necesidad de combustible adicional.

La combustión de los residuos libera una cantidad de energía térmica que puede ser recuperada para usos como:

- Alimentación a una red calefacción.
- Producción de agua caliente sanitaria.
- Producción de vapor para la industria.
- Producción de energía eléctrica por vapor de alta presión.
- Accionamiento de turbinas por los gases de la combustión.

El aprovechamiento para calefacción y agua caliente sanitaria no es frecuente por la gran variación estacional de la demanda y sobre todo por el alto costo de infraestructura precisa, por lo que normalmente se produce energía eléctrica mediante vapor.

Los parámetros que, en definitiva, deciden la adopción de incineradores con sistema de recuperación de energía son: el poder calorífico de los residuos, la capacidad de la instalación y el precio de comercialización de la energía producida.

La experiencia indica que este tipo de instalaciones no empieza a ser rentable más que a partir de una capacidad de tratamiento de 500 toneladas/día.

4.4.3. Reciclado

El reciclado es un proceso que tiene por objeto la recuperación de forma directa o indirecta de los componentes que contienen los residuos urbanos.

Este sistema de tratamiento viene impuesto por el nuevo concepto de gestión de los residuos sólidos que debe tender a lograr los objetivos siguientes:

- Conservación o ahorro de energía.
- Conservación o ahorro de recursos naturales.
- Disminución del volumen de residuos que hay que eliminar; y
- Protección del medio ambiente.

El reciclado puede efectuarse de dos formas. La primera consiste en la separación de los componentes presentes en las basuras, para su recuperación directa, dando así origen a lo que se conoce como "recogida selectiva". Para la efectividad de este sistema se necesita, por un lado, la participación ciudadana al tener que depositar en recipientes distintos los diferentes componentes de los residuos que intentan recuperarse (habitualmente se usan tres recipientes, uno para el vidrio, otro para los papeles y un tercero para el resto de la basura); y por otro lado la recogida de dichos componentes ha de realizarse por separado bien en vehículos distintos o en vehículos especiales compartimentados.

La segunda forma de efectuar el reciclado es partiendo de las basuras brutas, o sea efectuando un tratamiento global de los residuos sólidos urbanos mediante técnicas comunales de la industria minera y metalúrgica, tales como la trituración, cribado y clasificación neumática para lo concerniente a la preparación del residuo y separación de las fracciones ligeras; y sistemas de clasificación por vía húmeda, electromagnética, electrostáticos, ópticos y flotación por espumas para la obtención y depuración de metales y vidrio. La figura N° 18 nos muestra una planta y alzado general de una Planta de Tratamiento de RSU.

Teniendo en cuenta la composición media de nuestros residuos se puede afirmar que anualmente se tira a la basura más de 480.000 toneladas de metales, casi un millón de toneladas de vidrio, unos 2 millones y medio de toneladas de papel y cartón, y casi 6 millones de toneladas de materia orgánica, cifras que oscilan entre el 40 y el 75% de la

producción de dichos materiales, por lo que difícilmente podrá justificarse una política basada simplemente en la eliminación de los residuos sólidos.

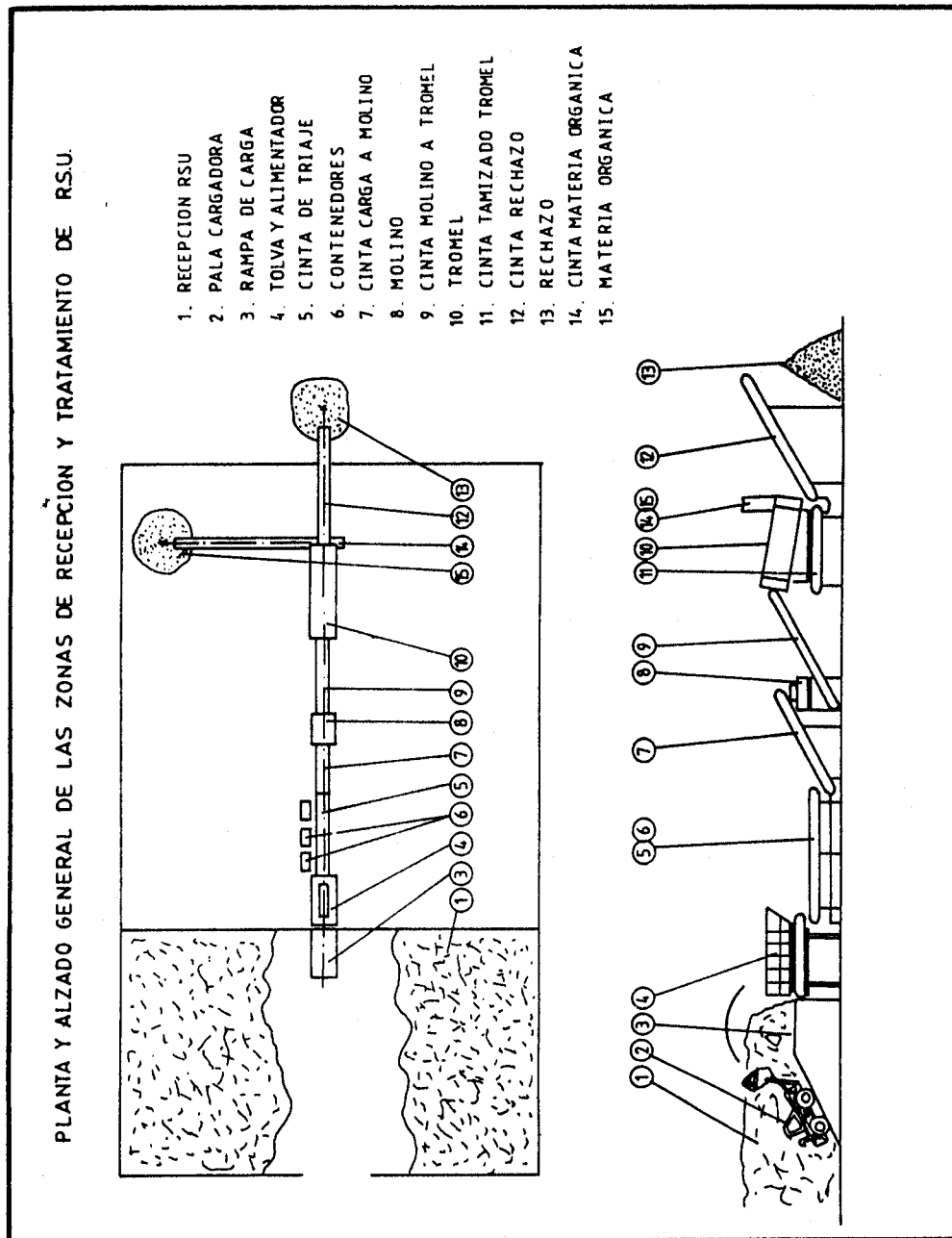
Pero no sólo se pierden estos recursos, sino que, al no hacer uso de la industria de la recuperación, el consumo de materias primas y energía va en constante aumento con el consiguiente efecto sobre la economía nacional. Como ejemplos gráficos bastan los siguientes datos: para conseguir una tonelada de pasta para la fabricación de papel son necesarios 14 árboles y cada uno tarda en crecer 20 años; con la recuperación de 2 toneladas de plásticos se ahorra una tonelada de crudo importado; para la producción de una tonelada de acero, si se utiliza material recuperado se evita un barril y medio de petróleo; en la fabricación de una tonelada de aluminio se invierten 29 barriles de crudo que igualmente se puede ahorrar; si se incluye material recuperado en la producción de una tonelada de cobre se evita 7 barriles y medio de petróleo; para fabricar una tonelada de vidrio se consumen 0,5 toneladas de fuel-oil, pero aportando calcín, el consumo se puede reducir en un 20% al tiempo que se disminuye el consumo de materias primas generadas a su vez de contaminantes.

Sin embargo, los procesos industriales de reciclaje suponen un consumo energético a tener en cuenta. Cuanto mayor sea la fracción de subproducto a recuperar, mayores y más sofisticados serán los medios necesarios para su recuperación. De ahí que únicamente se justifique la recuperación cuando la diferencia de calidad con las materias primas originales quede compensada por la diferencia de precio.

Resumiendo, la recuperación presenta *ventajas e inconvenientes* que se pueden resumir así:

- Las ventajas se derivan del aprovechamiento de materias primas, economía energética, uso racional de los recursos naturales y devolución a la tierra de su riqueza orgánica.

Figura N° 18. Planta y alzado general de las zonas de recepción y tratamiento de residuos sólidos urbanos.



- Los inconvenientes pueden ser: las fuertes inversiones iniciales; el sometimiento a paros y averías, que impone un sistema alternativo; la producción de rechazos, que exige un vertedero complementario; la gestión especializada y cuidadosa, etc.

4.4.4. Compostaje

El compostaje es un proceso de descomposición biológica, por vía aerobia, de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos en condiciones controladas. Las bacterias actuantes son termofilicas, desarrollándose el proceso a temperaturas comprendidas entre 50 y 70°C, lo que produce la eliminación de los gérmenes patógenos y la inocuidad del producto.

El proceso lleva consigo la separación manual o mecanizada de la mayor parte de los metales, vidrio y plásticos. La fermentación puede ser natural (al aire libre) o acelerada (en digestores). En el primer caso tiene una duración de tres meses y de 15 días en el segundo.

Realmente se puede considerar como un proceso de reciclaje en el que se recupera la fracción orgánica para su empleo en la agricultura, lo que implica una vuelta a la naturaleza de las sustancias de ella extraídas. El que se trate el compostaje como un proceso independiente de los incluidos en el reciclaje, se debe a que es un proceso con identidad propia, ya desarrollado cuando han hecho su aparición los sistemas de recuperación íntegra.

El material resultante del proceso, llamado "compost", no es enteramente un abono, aunque contiene nutrientes y oligoelementos, sino más bien un regenerador orgánico del terreno, razón por la que se le ha denominado "abono orgánico". Sus efectos positivos sobre el suelo son:

- Suelta los terrenos compactados y compacta los demasiado sueltos.
- Favorece el abonado químico al evitar la percolación.
- Aumenta la capacidad de retención de agua por el suelo.
- Es fuente de elementos nutritivos (nutrientes más oligoelementos).
- Aumenta el contenido de materia orgánica del suelo.

Esta última acción es fundamental en los suelos con gran déficit en materia orgánica, menos de 3%. Hasta el momento, el medio principal de enmienda orgánica de los suelos ha sido el estiércol. Dada la disminución de producción de este material, debido a la cada vez menor utilización de animales en las faenas del campo, el "compost" puede ser el sustituto adecuado para esta importante función.

Las causas de su escasa utilización y el fracaso experimentado por algunas plantas de fabricación han sido las siguientes:

- Mala calidad del producto ofrecido al agricultor.
- Inestabilidad en el tiempo de la fermentación.
- Fabricación de una sola calidad.
- Falta de información al agricultor para su uso.
- Montaje de las fábricas pensando en su rentabilidad absoluta.
- Distancias de suministro excesivas.
- Capacidades de producción pequeñas.

Las plantas comienzan a ser rentables (teniendo en cuenta la percepción del canon municipal por tratamiento) a partir de 300 ton/día. El límite inferior de viabilidad puede estimarse en 150 ton/día y nunca se deben montar plantas para producciones menores de 100 ton/día.

Si se pretende generalizar la utilización del "compost" se deben establecer unos criterios de calidad, fabricando diferentes clases para distintas utilidades; deben establecerse factores limitantes, como salinidad, condiciones sanitarias, contenido en metales pesados, etc.; se deben situar las plantas a distancias menores de 50 kilómetros de los centros de consumo; debe informarse a los agricultores de las condiciones de empleo de este abono orgánico; y, por último, deben establecerse precios que le hagan competitivo con otros productos.

Como resumen, podemos decir del compost que:

- Tiene doble carácter, de enmienda y abono orgánico.
- Es aséptico, libre de bacterias patógenas, semillas, huevos de acarios, larvas, etc., pero con intensísima vida bacteriana que activa los procesos bioquímicos del suelo.
- Sus elementos nutritivos están en forma de humus, fácilmente asimilable.
- Mejora química, física y biológicamente el suelo, ahorrando fertilizantes, pero no sustituyéndolos.

Figura N° 19. Esquema general de una planta de compostaje.

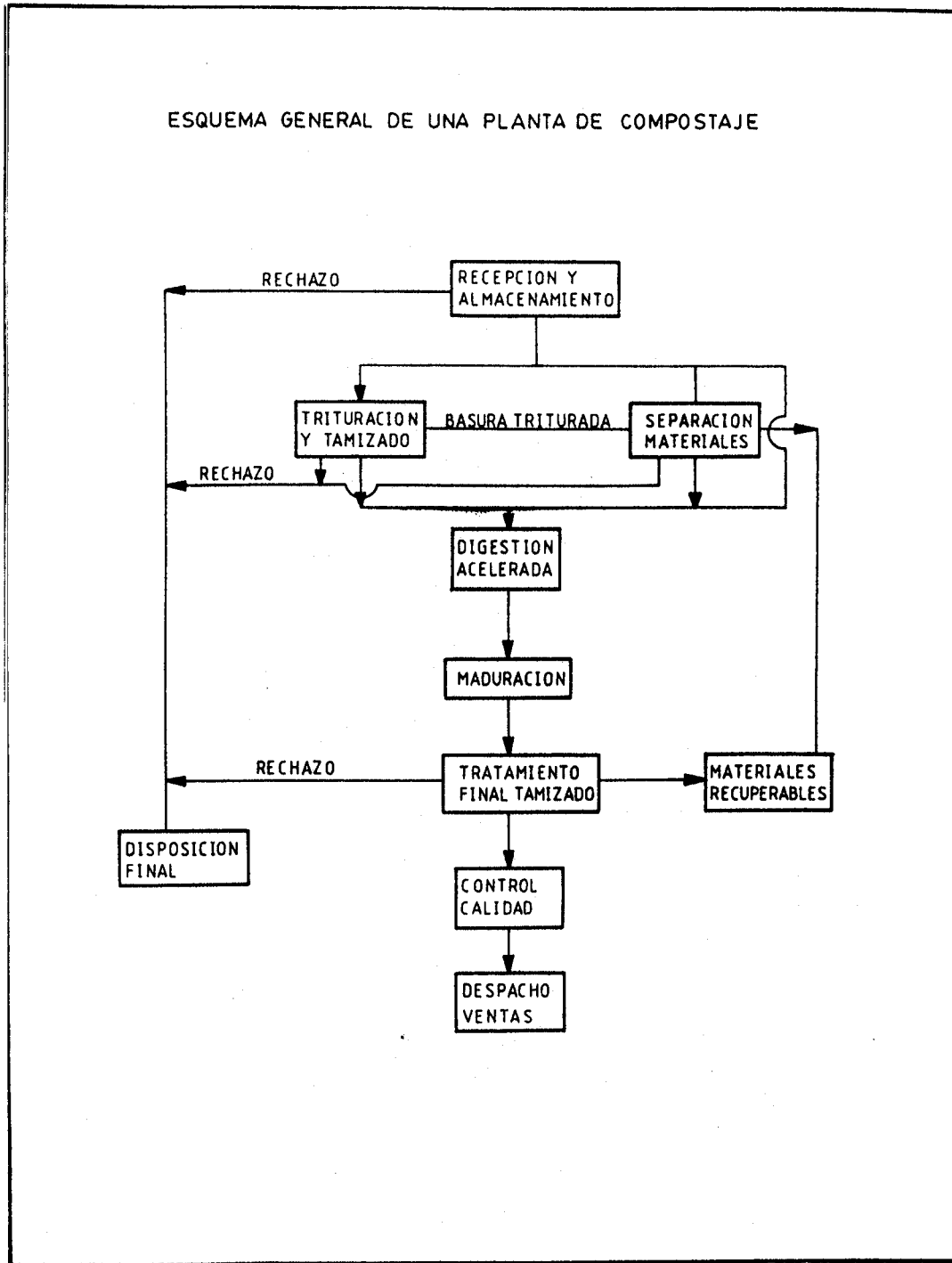
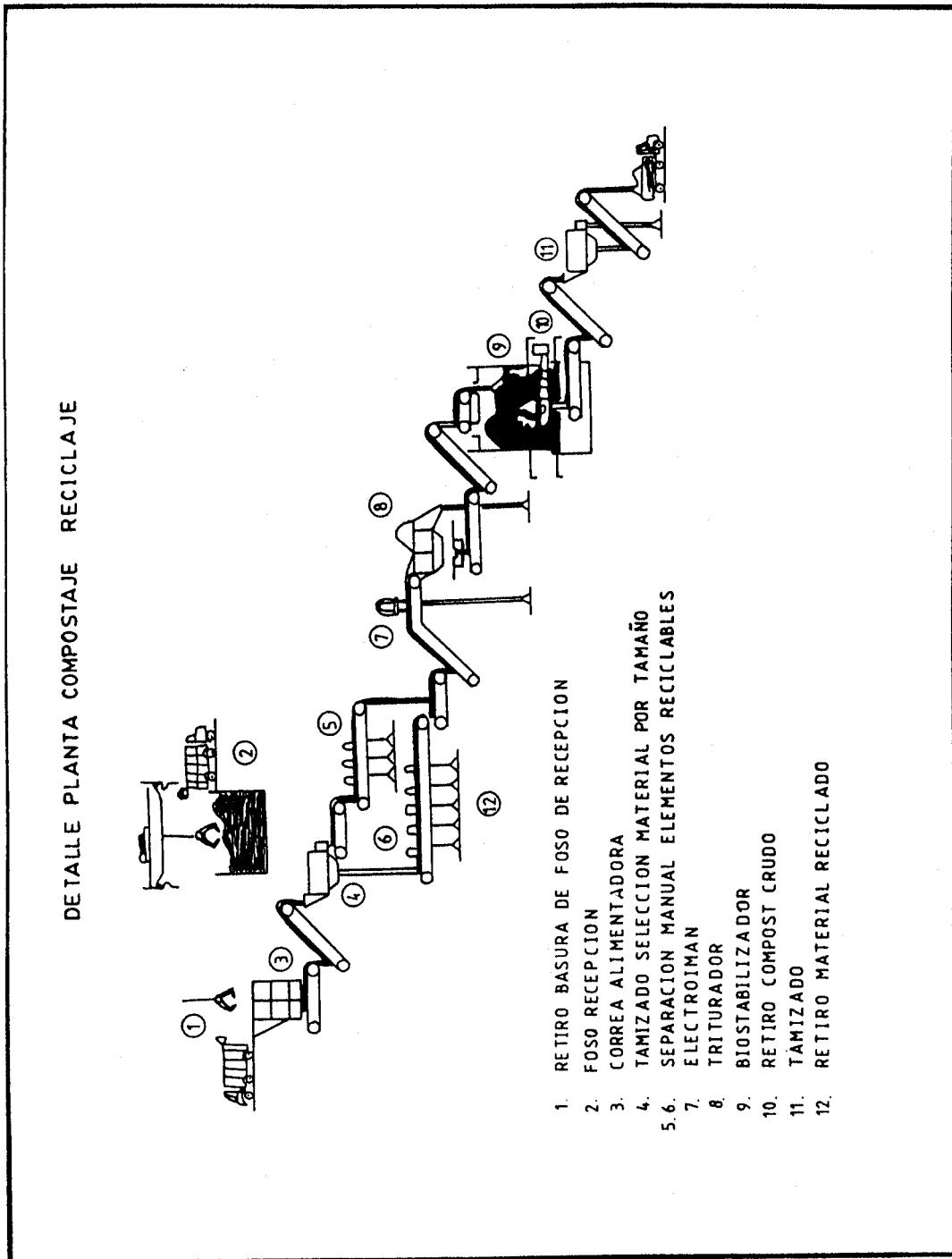


Figura N° 20. Detalle planta de compostaje reciclable.



5. EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE PROYECTOS DE INVERSION EN MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

5.1. INTRODUCCION

La evaluación de cualquier proyecto de inversión consiste esencialmente en una comparación entre los ingresos que éste generaría y los costos que éste debería soportar a lo largo de su vida útil. Tratándose de un proyecto que se llevará a cabo con fondos públicos y con la intención de resolver un problema social, los ingresos y costos a considerar son aquellos relevantes para la sociedad.

En una primera aproximación, los ingresos y costos asociados a un proyecto de manejo de residuos sólidos podrían ser separados entre aquellos susceptibles de ser medidos o cuantificados en términos monetarios y aquellos de difícil valoración. Para los efectos de este manual, se denominará a los primeros "ingresos monetarios" y "costos monetarios" y a los segundos "impactos positivos" e "impactos negativos".

Para aclarar lo anterior, considérense los siguientes ejemplos. El ingreso que un municipio percibe por el cobro de derechos de aseo es claramente un "ingreso monetario", tal como el pago de remuneraciones que efectúa al personal de recolección representa un "costo monetario" (más bien debiera utilizarse la denominación "egreso monetario"). En cambio, los efectos positivos en la salud pública de un proyecto que mejore las condiciones de disposición constituirá un "impacto positivo" de ese proyecto, tal como el efecto medioambiental negativo de los gases emitidos por una planta de incineración representará un "impacto negativo" de tal proyecto.

Este capítulo abordará la problemática de la evaluación, considerando en primera instancia una evaluación preliminar, no estrictamente económica, para luego entrar a identificar los principales impactos positivos y negativos propios de los proyectos de manejo de RSU, finalizando con la identificación de los principales componentes de ingresos y costos monetarios a considerar en una evaluación económica y explicando brevemente los indicadores de evaluación económica más utilizados.

5.2. EVALUACION PRELIMINAR

La eliminación de los residuos sólidos urbanos es un problema complejo y difícil de resolver y, por lo tanto, la elección de soluciones no puede estar orientada a priori, basándose solamente en informaciones fragmentarias.

En la instancia de selección de alternativas, debiera realizarse una evaluación preliminar, no estrictamente económica, que permita descartar algunas alternativas y reducir el conjunto de alternativas que deberán ser evaluadas en términos económicos.

Una primera evaluación debiera permitir eliminar aquellos sistemas de recogida o de tratamiento que con toda evidencia no resultan convenientes para la colectividad.

Algunos ejemplos:

- para alcanzar un margen de rentabilidad interesante es necesario descartar todos aquellos procesos que requieren una cantidad mínima de residuos muy superior a la cantidad generada.
- en zona turística, los períodos de alta producción de residuos no se deben resolver mediante sistemas que exigen inversiones elevadas,
- la ausencia evidente de mercado para el vapor encarece sobremanera el sistema de incineración,
- una planta de compostaje en una región que no tiene unas necesidades constantes de realizar mejoras o enmiendas del suelo, se revela innecesaria.

La evaluación preliminar debe examinar detalladamente diversos criterios de decisión, con el objeto de evitar toda apreciación subjetiva. Dichos criterios engloban los siguientes aspectos:

Criterios económicos

- costos de explotación por tonelada
- costos de explotación por habitante,
- cuantía de las inversiones, etc.

Criterios sociales y medioambientales

- número de empleos creados
- grado de concentración de la población
- molestias eventuales para ciertos habitantes
- contaminación del aire y del agua
- condiciones de trabajo del personal
- ruidos
- limpieza de las vías públicas
- protección del paisaje y de los sitios naturales
- compatibilidad con otros proyectos de ordenamiento, etc.

Criterios técnicos

- cantidad y naturaleza de los residuos
- plazos de puesta en servicio
- capacidad para enfrentar perturbaciones (huelgas, fallas, variaciones estacionales)
- evaluación de la duración de funcionamiento
- consumo energético e hídrico
- compatibilidad técnica con los sistemas de recogida y de tratamiento ya existentes, etc.

5.3. IDENTIFICACION DE IMPACTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS

Tanto en la evaluación preliminar, como tras realizar la evaluación económica de alternativas deben ser considerados los impactos positivos y negativos de cada alternativa, los que - como ya se explicó- no son otra cosa que aquellos ingresos y costos difícilmente cuantificables en términos monetarios.

En la evaluación preliminar, generalmente adquieren gran importancia los eventuales impactos negativos, cuya consideración debiera conducir al descarte de algunas alternativas, especialmente cuando se comparan dos o más proyectos, que siendo muy similares entre sí difieren notablemente en estos impactos.

En la evaluación económica, si bien no son considerados en el cálculo de los indicadores, la consideración posterior de estos impactos positivos y negativos debiera ser de utilidad para resolver eventuales "empates" e -incluso- podría alterar la jerarquización de proyectos.

A continuación, sin la pretensión de que el listado sea exhaustivo, se señalan los principales impactos positivos y negativos de los proyectos de manejo de residuos sólidos urbanos.

5.3.1. Impactos positivos

- Preservación de la salud de la población
- Atenuación de daños medioambientales
- Mejoramiento de la estética de la ciudad

5.3.2. Impactos negativos

En este caso, debido a su distinta naturaleza, se tratan separadamente los impactos negativos de distintas alternativas de tratamiento.

a) **Impactos negativos en proyectos de relleno sanitario**

Impactos sobre las aguas

Los líquidos provenientes de los desechos contienen elementos contaminantes disueltos o en suspensión, los cuales provienen del ingreso de aguas lluvias en el relleno sanitario y de la misma humedad existente en el mismo. Si estos líquidos no son controlados adecuadamente, pueden contaminar tanto aguas subterráneas como las superficiales.

Impactos sobre la atmósfera y la salud pública

El gas proveniente de los vertederos contiene compuestos orgánicos tóxicos que se estima son dañinos para la salud humana y también afectan la capa de ozono. Asimismo, un relleno sanitario -aunque esté absolutamente controlado- genera algún hedor proveniente de los residuos que allí se disponen.

Impactos por explosiones de gas metano

La acumulación de gas metano al interior del relleno podría generar una explosión, con efectos tanto sobre la naturaleza como para seres humanos.

b) **Impactos negativos en proyectos de compostaje**

Impactos sobre las aguas

Las eventuales fugas o filtraciones de aguas, con altas concentraciones de algunos elementos como nitratos y fosfatos, podrían afectar tanto aguas superficiales como subterráneas.

Impactos sobre los suelos

Los suelos pueden sufrir contaminación por ácidos, materias orgánicas y metales provenientes del proceso de compostaje.

Impactos en la salud pública

La contaminación del agua potable por nitratos puede afectar la salud de los habitantes, al igual que los elementos tóxicos presentes en el "compost" aplicado como abono. Asimismo, la presencia de gérmenes patógenos puede afectar la salud de los trabajadores.

c) Impactos negativos en proyectos de reciclaje

Impactos medioambientales provenientes del proceso

Problemas de contaminación provenientes del mismo procesamiento o refabricación con materiales recuperados, como -por ejemplo- por defectuosa disposición de las aguas provenientes del tratamiento, las que pueden contener elementos químicos, metales y otros elementos nocivos.

Impactos sobre el aire por aumento de tráfico

Problemas de contaminación del aire, debido a la utilización de un mayor número de vehículos de recolección para la recogida selectiva.

Impactos sobre las aguas

Posibles filtraciones de aguas peligrosas provenientes de un inadecuado almacenamiento de materiales peligrosos (por ejemplo, baterías) en los centros de reciclaje.

d) Impactos negativos en proyectos de incineración

Impactos sobre la atmósfera por emisiones

Problemas de contaminación provenientes de la emisión de materias de partículas metálicas, gases ácidos y cenizas voladoras.

Impactos sobre las aguas

Problemas de contaminación de aguas por filtraciones en la disposición de las cenizas residuales y por filtraciones de desechos líquidos remanentes del proceso.

Impactos sobre la salud pública

Problemas de enfermedades de los trabajadores al tomar contacto o inhalar cenizas.

5.4. IDENTIFICACION DE INGRESOS Y COSTOS PARA UNA EVALUACION ECONOMICA

A fin de poder realizar una evaluación económica de alternativas, es necesario cuantificar todos aquellos ingresos y costos susceptibles de ser valorizados monetariamente, lo que implica tanto realizar cotizaciones en el momento actual como estimaciones o proyecciones de valores futuros.

Un aspecto importante a considerar es que una evaluación económica tiene implícita la noción de que el dinero tiene un valor asociado a la variable tiempo -se asigna mayor valor a \$ 1 disponible hoy que a \$ 1 disponible en el futuro- y ello implica la necesidad de que se consideren sólo ingresos que implican entradas efectivas de dinero y costos que implican egresos efectivos de dinero (no valores meramente contables).

5.4.1. Ingresos de los proyectos de manejo de RSU

Sin pretensión de ser exhaustivos, se señalan los principales ingresos que podrían obtenerse en una gestión integral de residuos sólidos. Obviamente, algunos de tales ítemes sólo serán posibles en la medida que se implante la alternativa de tratamiento que los genera.

Ingresos provenientes del cobro de la tarifa ordinaria

Corresponden a ingresos percibidos por el pago de derechos de aseo efectuado por aquellos usuarios a los que se ha prestado un servicio ordinario de recolección (habitualmente, el servicio de recolección domiciliaria, más el de recolección industrial y comercial asimilable a domiciliaria tanto en volumen como en composición).

Ingresos provenientes del cobro de la tarifa por servicios especiales

Corresponden a ingresos percibidos por el pago de derechos de aseo efectuado por entidades comerciales, industriales y similares, a los que se ha brindado un servicio especial de recolección (por ejemplo, volúmenes superiores a un máximo estipulado en la ley, residuos tóxicos o peligrosos, etc.)

Ingresos provenientes de la venta de biogas

Corresponden a ingresos percibidos por los contratos establecidos con empresas que explotan comercialmente el gas metano que se produce en un relleno sanitario.

Ingresos provenientes del cobro de "derecho de entrada" a vertedero

Corresponden a ingresos percibidos por admitir la entrada a vertedero de determinados residuos especiales, recolectados y/o transportados por otras instituciones.

Ingresos provenientes de la venta de materiales recuperados

Corresponden a ingresos percibidos por la venta de los materiales recuperados a empresas que los utilizarán como insumo de sus procesos productivos.

Ingresos provenientes de la venta de "compost"

Corresponden a ingresos percibidos por la venta de "compost" a particulares o instituciones que lo requieren como abono o como recuperador de suelos, o bien, para distribuirlo como tal.

Ingresos provenientes de la venta de energía

Corresponden a ingresos percibidos por los contratos establecidos con empresas que explotan comercialmente el vapor o la electricidad que se genera en una planta de incineración.

Ingresos provenientes del cobro de "derechos de entrada" a planta de incineración

Corresponden a ingresos percibidos por admitir la entrada de residuos especiales a una planta de incineración.

Ingresos provenientes de la venta de metales ferrosos recuperados de cenizas

Corresponden a ingresos percibidos por la venta de tales materiales -provenientes de una planta de incineración- a empresas que los utilizarán como insumos de sus procesos productivos.

5.4.2. Costos de los proyectos de manejo de RSU

Dada la diversidad de ítemes de costos entre distintas alternativas de recolección y tratamiento, se tratará fundamentalmente el caso de un sistema de recolección y tratamiento más bien tradicional en los países latinoamericanos: recogida en camiones sin estación de transferencia y disposición de los residuos en un relleno sanitario.

Se distinguirá entre:

Costos de inversión

Son aquellos en que se incurrirá desde el momento en que se adopta la decisión de llevarlo a cabo, hasta el momento en que se encuentra en condiciones de prestar servicios.

Costos de operación

Son aquellos en que se deberá incurrir para mantener la prestación regular del servicio.

a) Costos de inversión

Los principales ítemes de costos de inversión son los siguientes:

- Terrenos

Corresponde al costo del espacio físico requerido para ejecutar las obras, en especial aquellas del relleno sanitario. Para el dimensionamiento del terreno, se recomienda tener en cuenta la superficie que requiere la obra, los espacios abiertos, posibilidades de ampliación, etc.

La valoración del terreno deberá hacerse en los casos que éste sea adquirido, sea propiedad de la institución, haya sido una donación o esté cedido en comodato. Ello, dado que siempre existirá la posibilidad de dedicar el terreno a otro uso, por lo que su empleo para el fin propuesto implica un costo para la sociedad. Sin embargo, este costo debe considerarse

solo para efectos de la evaluación económica y no incluirse en el presupuesto que se preparará para el financiamiento del proyecto, salvo en el caso que efectivamente sea necesario adquirir el terreno.

Cuando el terreno vaya a ser adquirido para el proyecto, deberá considerarse el costo total que dicha adquisición implica, incluyendo el valor a pagar por el terreno y todos los gastos que implique la transacción (gastos notariales, de transferencia, etc.). En el caso que el terreno este disponible o vaya a ser donado o cedido en comodato, el valor que se le imputará corresponderá al de mercado (valor en que podría ser vendido suponiendo que no hubiera impedimento para ello).

También es necesario considerar todos los gastos necesarios para la preparación del terreno, tales como despeje, drenaje, nivelación y cercado. Asimismo, si el terreno no tiene conexiones a las redes de servicios básicos (luz eléctrica, agua potable, alcantarillado) se deberá incorporar el costo de estas conexiones, junto con el costo del estudio de factibilidad de conexión cuando corresponda.

Cualquier costo que sea consecuencia de un impuesto (por ejemplo impuesto a la transferencia de bienes) se considerará para efecto del presupuesto del proyecto, pero no se incluirá para efecto de la evaluación.

- Construcciones

El costo de construcciones corresponde al valor de las edificaciones y otras obras físicas necesarias para materializar la alternativa del proyecto. Incluye los costos de materiales, transporte de materiales, mano de obra, supervisión, asesoría, y otros necesarios para la construcción de la obra física.

En este punto se habla de construcción en términos genéricos, entendiendo que puede ser construcción, reparación, remodelación, etc. Lo importante es que la valoración se debe hacer tomando en cuenta el costo por m² de "construcción", diferenciado ya sea si se trata de construcción, remodelación, reparación u otros. Además, dentro de los costos de construcción deberán incorporarse los costos de los diseños arquitectónicos y estudios de ingeniería, cuando corresponda.

En lo que respecta al relleno sanitario deben considerarse, entre otros: la excavación general, el diseño del sistema de revestimientos, el sistema de tratamiento de fugas de líquidos y el de controles de drenaje de aguas subterráneas, la red para eventual explotación del biogas, los caminos de acceso, los cierros, etc.

Por último, y al igual que en el caso de los terrenos, también deben valorarse, a sus respectivos precios de mercado, cualquier aporte de trabajo y/o insumos para la construcción del proyecto. Estos se consideran para efecto de la evaluación, pero no para el presupuesto de las obras.

- **Equipamiento mayor**

Corresponde al valor de los bienes de capital necesarios para prestar el servicio, entre los cuales se incluyen los camiones recolectores, las camionetas de servicio, los camiones-cisterna, los bulldozer, las balanzas, los contenedores y parte del equipamiento y/o herramientas necesarias para limpieza de calles. El costo del equipamiento debe incluir el costo de prueba y puesta en marcha, cuando corresponda.

Los equipos se valorarán a su precio de mercado para efecto del presupuesto del proyecto, pero se descontarán los impuestos para la evaluación del proyecto. Los equipos que sean donados también se valoran a precio de mercado (sin impuestos) para la evaluación.

- **Equipamiento menor**

Corresponde al valor de los bienes muebles y otros elementos necesarios para que el proyecto quede funcionando. Por ejemplo: mobiliario, computadores, sillas, etc. El costo del equipamiento debe incluir el costo de instalación, cuando corresponda.

Los equipos se valorarán a su precio de mercado para efecto del presupuesto del proyecto, pero se descontarán los impuestos para la evaluación del proyecto. Los equipos que sean donados también se valoran a precio de mercado (sin impuestos) para la evaluación.

- **Otros costos de inversión**

Corresponde a ítemes relacionados con capital de trabajo inicial y otros costos de inversión de carácter más específico (costos de puesta en marcha, costos de comunicación promocional, etc.).

b) Costos de operación

Los costos de operación corresponden a todos aquellos egresos en los que se deberá incurrir para una prestación regular del servicio asociado al proyecto. Sin embargo, es importante destacar que se debe valorizar sólo los **costos diferenciales**, es decir aquellos **costos adicionales a los actuales**, en que se incurriría si se llevase a cabo el proyecto.

Los ítemes de costos que se indican son los más habituales y debieran ser estimados para cada uno de los años de vida útil del proyecto:

- **Remuneraciones**

Corresponde al costo de los servicios prestados por los recursos humanos necesarios para que el servicio sea prestado. En este ítem se registran los costos de remuneraciones de directivos, empleados administrativos, personal de recolección y personal de disposición, incluidos los costos por seguridad social, gratificaciones y otros.

Se debe detallar los requerimientos totales de personal, especificando si corresponde a: profesionales, técnicos, secretarías, choferes, asistentes u otros. Además, se debe especificar si se requiere contratar personal especializado en algún tema (por ejemplo un experto internacional).

Para efectos de la identificación de los costos asociados a este ítem, se deberá considerar todo el personal que involucre desembolsos adicionales para la entidad que operará el proyecto. Es decir, no debe considerarse el costo de personal existente que seguirá en funciones independientemente de la ejecución del proyecto.

- **Insumos**

Corresponde al valor de los elementos indispensables que permiten la prestación regular del servicio y que se consumen normalmente dentro de un período anual. Entre ellos se encuentran vestuario, combustibles, aceites, materiales de oficina, materiales de apoyo, etc.

Tal como en las categorías previas, sólo debe considerarse el costo adicional atribuible a la implementación de la alternativa de proyecto. En aquellos casos en que la alternativa de proyecto implique reemplazar algunos insumos actuales por otros nuevos, sólo deberá considerarse el costo neto incremental. Es decir, se calcula el costo de los nuevos insumos y se descuenta el costo de aquellos que son reemplazados.

- **Mantenimiento y reparación**

Corresponde a los egresos en que se debe incurrir para mantener la capacidad de generación de beneficios de los inmuebles y del equipamiento mayor y menor, evitando su deterioro o falla prematura. Es decir, corresponde a gastos tales como pintura y reparaciones menores de los edificios, servicios de mantenimiento periódica de vehículos y equipos, reparaciones y pintura de muebles, etc.

En el caso de la mantenimiento y reparación de vehículos, se debe considerar el costo de los repuestos.

- **Servicios básicos**

Corresponde a los gastos generales necesarios para la prestación del servicio. Estos servicios incluyen, por ejemplo, agua, luz eléctrica, teléfono, fax, entre otros. Es importante tener presente que, al igual que en el caso anterior, sólo deben considerarse los costos adicionales que implique la realización del proyecto.

- **Arriendos**

Corresponde al pago de renta por edificaciones, terrenos, vehículos y/o equipos que se requieran para la operación del proyecto. Debe considerarse el costo total del arriendo.

incluyendo comisiones,, pero excluyendo cualquier impuesto para efecto de la evaluación. Si es necesario el pago de una garantía, considerarla como un costo al momento de efectuar el pago y como un ingreso cuando se estime será recuperada.

Para la estimación de estos costos, es conveniente basarse en el costo incurrido por el mismo concepto en proyectos similares recientes o en cotizaciones solicitadas a posibles proveedores. El canon de arriendo también puede estimarse como un porcentaje del valor del objeto arrendado.

- Servicios prestados por terceros

Corresponde a los pagos que se debe realizar a terceros por concepto de prestaciones relacionadas con la realización de determinadas fases del servicio. Por ejemplo, si se ha entregado a un privado la recolección de residuos en determinados sectores de la ciudad, el municipio debe pagarle periódicamente por tales servicios, de acuerdo a las estipulaciones del respectivo contrato.

- Costos de control medioambiental

Corresponde a aquellos costos en que se debe incurrir para evitar la contaminación ambiental que puede generar el proyecto. Por ejemplo, el monitoreo de fugas de líquidos en el vertedero.

En el caso de proyectos de incineración resultan especialmente críticos los costos de control de contaminación del aire y de manejo de las cenizas.

- Otros costos de operación

Dentro de este ítem se deben detallar todos los otros costos de operación necesarios para el funcionamiento del proyecto. Alguno de ellos son: comunicaciones, impresos y publicaciones, seguros, gastos bancarios y financieros, etc. Sólo se consideran los costos adicionales debidos a la ejecución del proyecto, libres de impuestos para efectos de la evaluación.

En el caso de proyectos de compostaje o reciclaje deberán considerarse los costos de comercialización de los productos obtenidos.

Es importante señalar la existencia de costos de cierre de vertedero, los que incluyen -entre otros- ítemes tales como: cobertura, semillas, fertilizantes y sistema de control de gases, además de los costos necesarios para su cuidado posterior al cierre (inspecciones y monitoreos en general).

5.5. CRITERIOS PARA LA EVALUACION ECONOMICA DE ALTERNATIVAS

Una vez que se ha identificado y valorizado los costos e ingresos de cada alternativa, para cada uno de sus años de vida útil, se procede a la evaluación económica de cada una de ellas, considerando para ello la comparación entre costos e ingresos.

Como ya se ha mencionado, debe considerarse el valor temporal del dinero, lo que significa que no es irrelevante en qué momento se percibe el ingreso o se incurre en el costo. Es importante acotar que ello no es un problema asociado necesariamente a la existencia de inflación, sino más bien a la existencia de usos alternativos para el dinero: en términos simples, se asigna mayor valor a \$ 1.000.000 percibidos hoy que a \$ 1.000.000 que se percibirán dentro de 1 año, debido a que los \$ 1.000.000 que se perciben hoy pueden ser "puestos a trabajar" durante todo el año, lo que permitirá contar con más de \$ 1.000.000 dentro de 1 año.

Los métodos de evaluación que se explican a continuación tienen presente el aspecto antes señalado, el cual se encuentra implícito en una tasa de interés denominada "tasa de descuento" (la cual es determinada por Mideplan para la evaluación de proyectos de carácter público).

Básicamente, los métodos de evaluación económica de alternativas factibles de aplicar en proyectos de manejo de residuos sólidos pueden ser catalogados en dos grupos: **métodos costo-beneficio** y **métodos costo-eficiencia**.

A continuación, se efectúa una muy somera presentación de los principales métodos de cada grupo, sugiriendo al lector interesado en más detalles, se remita a textos especializados en evaluación de proyectos de inversión, como -por ejemplo- el de Nassir Sapag o el de Ernesto Fontaine.

5.5.1. Métodos costo-beneficio

Los métodos costo-beneficio se utilizan en aquellos casos en que es posible expresar en términos monetarios tanto los ingresos como los costos del proyecto. De entre una amplia gama de indicadores, los más utilizados son el **Valor Actual Neto (VAN)** y la **Tasa Interna de Retorno (TIR)**, los que se presentan a continuación.

a) Valor actual neto

El valor actual neto (VAN), también conocido como valor presente neto, pretende medir cuánto será la diferencia en riqueza para quien realiza el proyecto, al comparar la "situación con proyecto" (su situación de riqueza si lleva a cabo el proyecto) versus la "situación sin proyecto" (su situación de riqueza si no lleva a cabo el proyecto), en valor actual. Para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{i=0}^n \frac{I_i - E_i}{(1+r)^i}$$

donde:

I_i = Ingresos del proyecto en el año i

E_i = Egresos del proyecto en el año i

r = Tasa de descuento

La tasa de descuento expresa la tasa de rentabilidad real mínima que se exige al proyecto, la que -en general- debiera ser igual al "costo de oportunidad" de los fondos invertidos en el proyecto (la rentabilidad que se podría obtener en la mejor alternativa de inversión distinta a la que se está evaluando). Para proyectos sociales, esta tasa la determina Mideplan.

Para que un proyecto sea considerado conveniente, debe tener $VAN > 0$, ya que ello estaría indicando que el inversionista obtendría un diferencial positivo de riqueza por el hecho de llevar a cabo el proyecto.

Ejemplo:

Un proyecto de una planta de reciclaje de RSU presenta los siguientes datos relevantes para su evaluación:

Inversión inicial (en u.m. = unidades monetarias)

Terrenos	30.000
Edificios	12.000
Maquinaria e instalaciones	88.000
Herramientas	2.000
Muebles y útiles	1.000
Vehículos	20.000
Máquinas de oficina	1.000
Capital de trabajo	26.000
	180.000

La planta será operada durante 3 años, tras los cuales se liquidará todo el activo inmovilizado en la suma de 85.000 u.m.

Los ingresos y egresos de operación relevantes para el cálculo del VAN son los siguientes (en u.m.):

	fin año 1	fin año 2	fin año 3
Ingresos	130.000	160.000	120.000
Egresos	40.000	50.000	70.000
Excedente operacional	90.000	110.000	50.000

Entonces, dada una tasa de descuento de 10% anual, para el cálculo del VAN se debe desarrollar la siguiente expresión:

$$\text{VAN} = \frac{90.000}{1,10} + \frac{110.000}{(1,10)^2} + \frac{50.000 + 85.000}{(1,10)^3} - 180.000$$

$$\text{VAN} = 274.154,77 - 180.000$$

$$\text{VAN} = 94.154,77 \text{ u.m.} > 0 \Rightarrow \text{proyecto es conveniente}$$

b) Tasa interna de retorno

En términos simples, la tasa interna de retorno (TIR) corresponde a aquella tasa de descuento que hace el VAN de un proyecto igual a cero. En esencia, la TIR refleja la "rentabilidad bruta" del proyecto por período, la que debe ser comparada con la tasa de descuento para conocer si el proyecto es conveniente o no. Usando la misma fórmula anterior, la TIR corresponderá a aquella tasa r^* tal que:

$$\sum_{i=0}^n \frac{I_i - E_i}{(1 + r^*)^i} = 0$$

donde $r^* = \text{TIR}$

Para la determinación de esta tasa se sigue un proceso iterativo, probando con distintos valores de r^* hasta encontrar aquella que cumple con la ecuación. Afortunadamente, todas

Las planillas electrónicas y calculadoras financieras cuentan con funciones para calcular automáticamente la TIR de un flujo de fondos.

Para que un proyecto sea considerado conveniente, debe tener $r^* > r$, ya que ello estaría indicando que el inversionista obtendría un diferencial positivo de rentabilidad por el hecho de llevar a cabo el proyecto.

Ejemplo:

Un proyecto de planta de reciclaje de RSU, con una inversión inicial de 180.000 u.m., que será operada sólo durante 2 años tras los cuales se podrá realizar el activo inmovilizado en la suma de 100.000 u.m.

Se estima que durante los dos años de operación, los excedentes operacionales relevantes para el cálculo de la TIR serían de 90.000 u.m. al fin del año 1 y de 120.000 u.m. al fin del año 2. La tasa de descuento relevante es 10% anual.

Entonces, el cálculo de la TIR implica resolver para r^* la siguiente ecuación:

$$\frac{90.000}{(1+r^*)} + \frac{120.000 + 100.000}{(1+r^*)^2} - 180.000 = 0$$

Sea $x = (1+r^*)$ y arreglando la ecuación se tiene la siguiente ecuación de 2° grado:

$$180.000 x^2 - 90.000x - 220.000 = 0$$

O bien, simplificando:

$$18x^2 - 9x - 22 = 0$$

La cual puede ser resuelta fácilmente, obteniéndose el siguiente resultado relevante para los efectos de la evaluación:

$$x = (1 + r^*) = 1,383456$$

Lo que arroja una **TIR = r^* = 0,383456** (en tanto por uno)

Es decir, una **TIR de 38,35%**, la que se compara favorablemente con una tasa de descuento de 10%, indicando que **el proyecto es conveniente**.

Nótese que en este Ejemplo se tuvo que resolver una ecuación de 2° grado debido a que se trabajó con un horizonte de evaluación de 2 años. Para un horizonte de evaluación de “n” años, la ecuación resultante es de n-ésimo grado, lo que obliga a utilizar un método iterativo para los casos $n > 2$. No obstante, las calculadoras financieras avanzadas realizan este cálculo en forma muy rápida.

5.5.2. Métodos costo-eficiencia

En aquellos casos en que no es posible expresar los ingresos de un proyecto en términos monetarios, o bien, el esfuerzo de hacerlo es demasiado grande como que ello se justifique, se aplican los métodos costo-eficiencia. El objetivo de éstos es determinar qué alternativa de proyecto logra los objetivos deseados al mínimo costo (es decir más eficientemente).

a) Costo actualizado mínimo

El método de costo actualizado mínimo (VAC) se aplica para comparar alternativas de proyecto que generan idénticos ingresos. Si los ingresos son iguales, las alternativas se diferenciarán sólo en sus costos, por lo que se debiera elegir la que permite alcanzar el objetivo deseado con el menor gasto de recursos. Sin embargo, dado que los costos de las distintas alternativas pueden ocurrir en distintos momentos del tiempo, la comparación debe realizarse en valor actual. Para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$VAC = \sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

donde:

VAC = Valor actual de los costos
C_i = Costos del proyecto en el año i
r = Tasa de descuento

Ejemplo:

Dos proyectos mutuamente excluyentes de recolección de RSU se estima generarán a la población un servicio de la misma calidad, pero requieren distintas inversiones y generan distintos costos de operación, de tal forma que -habiéndose ya decidido que uno de ellos deberá ser implementado- se decidirá cuál de ellos llevar a cabo en base al criterio del costo actualizado mínimo.

Para un horizonte de evaluación de 20 años, tras los cuales ninguno de los dos proyectos arrojará ingresos vía recuperación de activos, se tienen las siguientes estimaciones de costos:

	Proyecto 1		Proyecto 2	
Costos de inversión inicial	300.000	u.m.	400.000	u.m.
Costo anual de operación	40.000	u.m.	30.000	u.m.

La tasa de descuento relevante es 10% anual.

Se tiene, entonces:

$$VAC_1 = 300.000 + \frac{40.000}{1,10} + \frac{40.000}{(1,10)^2} + \dots + \frac{40.000}{(1,10)^{20}}$$

$$VAC_2 = 400.000 + \frac{30.000}{1,10} + \frac{30.000}{(1,10)^2} + \dots + \frac{30.000}{(1,10)^{20}}$$

Puesto que en este caso los costos de operación de cada proyecto son constantes en el tiempo, es posible reducir el tiempo de cálculo del valor actual respectivo, utilizando la fórmula de valor actual de una anualidad con pagos vencidos, la cual se encuentra incorporada en todas las calculadoras financieras.

Se tendría, entonces:

$$VAC_1 = 300.000 + 40.000 * \frac{(1 - (1,10)^{-20})}{0,10}$$

$$VAC_2 = 400.000 + 30.000 * \frac{(1 - (1,10)^{-20})}{0,10}$$

Obteniéndose:

$$VAC_1 = 300.000 + 340.542,55 = 640.542,55 \text{ u.m.}$$

$$VAC_2 = 400.000 + 255.406,91 = 655.406,91 \text{ u.m.}$$

Por lo tanto, es más conveniente el proyecto 1, ya que su costo actualizado es menor que el del proyecto 2 (el menor costo de operación anual del proyecto 2 no alcanza a compensar su mayor requerimiento de inversión inicial en relación al proyecto 1).

b) Costo anual equivalente

Otra forma de comparar alternativas que generan idénticos beneficios es mediante el método del costo anual equivalente. Este método consiste en expresar todos los costos del proyecto en términos de una cuota anual, cuyo valor actualizado es igual al VAC de los costos del proyecto. Para su cálculo se aplica la siguiente fórmula:

$$CAE = VAC * FRC$$

donde:

$$FRC = \frac{r * (1 + r)^n}{(1 + r)^n - 1}$$

donde:

- CAE = costo anual equivalente
- VAC = valor actual de los costos del proyecto
- FRC = factor de recuperación del capital
- r = tasa de descuento
- n = número de años

Ejemplo:

Dos proyectos mutuamente excluyentes de educación medioambiental se estima generarán el mismo resultado educacional en la población objetivo, pero requieren distintas inversiones y generan distintos costos de operación, de tal forma que -habiéndose ya decidido que uno de ellos deberá ser implementado- se decidirá cuál de ellos llevar a cabo en base al criterio del mínimo costo anual equivalente.

Cada uno de los proyectos será evaluado para un horizonte de 3 años, con el siguiente perfil de costos:

	Inversión inicial	C ₁	C ₂	C ₃
Proyecto 1	250.000 u.m.	150.000	90.000	120.000
Proyecto 2	180.000 u.m.	120.000	100.000	260.000

La tasa de descuento es 10% anual.

Primero se calcula el VAC de cada proyecto, lo que implica:

$$VAC_1 = 250.000 + \frac{150.000}{1,10} + \frac{90.000}{(1,10)^2} + \frac{120.000}{(1,10)^3}$$

$$VAC_2 = 180.000 + \frac{120.000}{1,10} + \frac{100.000}{(1,10)^2} + \frac{260.000}{(1,10)^3}$$

Lo que arroja:

$$VAC_1 = 550.901,58 \text{ u.m.}$$

$$VAC_2 = 567.077,39 \text{ u.m.}$$

Esto ya permite saber que el proyecto 1 es más conveniente que el proyecto 2, pero el cálculo del costo anual equivalente permite visualizarlo en términos de un costo anual constante.

Para calcular el costo anual equivalente, es necesario ahora calcular el factor de recuperación de capital FRC para estos proyectos:

$$FRC = \frac{0,10 (1,10)^3}{(1,10)^3 - 1} = 0,402115$$

Y entonces:

$$CAE_1 = 550.901,58 * 0,402115 = 221.525,68 \text{ u.m./año}$$

$$CAE_2 = 567.077,39 * 0,402115 = 228.030,21 \text{ u.m./año}$$

Lo que ratifica que el proyecto 1 es más conveniente que el proyecto 2.

Observación:

La tasa de descuento que proporciona Mideplan está expresada en términos "reales", lo que significa que debe ser aplicada sobre valores expresados en moneda de un mismo poder adquisitivo. Por lo tanto, para la valoración de costos e ingresos debe tenerse muy presente que deben ser expresados en *moneda de un mismo poder adquisitivo*.

Cuando en el país exista inflación, especialmente si es de dos dígitos, para que tenga sentido sumar el costo asignado a los distintos insumos, será necesario que los valores de éstos estén expresados en moneda de igual poder adquisitivo, o dicho de otro modo, moneda de una misma fecha.

Para llevar los precios de los insumos a una misma fecha se procede de la siguiente forma :

- Se elige un indicador que permita efectuar la corrección de los precios, usualmente un índice de precios al consumidor o un índice de precios al por mayor.
- Se buscan los valores del índice correspondientes a las fechas de los precios que conocemos para cada insumo.
- Se elige una fecha en términos de la cual se expresarán todos los costos y se busca el valor correspondiente del índice.

Se calculan los precios o costos corregidos, es decir expresados en moneda de la fecha deseada, empleando la siguiente fórmula :

$$\text{Valor corregido} = \text{Valor conocido} * \frac{\text{Indice fecha precio corregido}}{\text{Indice fecha precio conocido}}$$

5.6. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

La evaluación de un proyecto a nivel de perfil tiene asociado un alto nivel de incertidumbre respecto a la efectiva materialización de los costos e ingresos estimados. Por lo general, los costos se han estimado con base en el costo de proyectos similares realizados recientemente (debidamente actualizados) o consultando con expertos en el tema. Asimismo, los ingresos esperados del proyecto, ya sean expresados en términos monetarios o a través de variables relacionadas, se basan en estimaciones efectuadas por quien preparó el proyecto y son, por lo general, optimistas.

Así pues, difícilmente los costos e ingresos efectivos del proyecto coincidirán exactamente con las estimaciones efectuadas durante la evaluación. Existe, por lo tanto, incertidumbre respecto a los resultados efectivos del proyecto.

Para enfrentar este problema se han desarrollado distintos métodos. Algunos, tratan de estimar la distribución de probabilidad asociada a los indicadores del proyecto (VAN, TIR, CAE, etc.) Para ello, se requiere de información detallada sobre las distribuciones de probabilidad de los distintos parámetros que pueden afectar los resultados del proyecto. Estas distribuciones pueden determinarse con el concurso de expertos en la materia. Luego se aplica algún método matemático para obtener la distribución de la probabilidad asociadas a los indicadores del proyecto.

Sin embargo, estos métodos son complejos de aplicar y requieren de información más detallada que la que suele ser recopilada para preparar un perfil de proyecto. Por ello, el método más utilizado para tomar en consideración la incertidumbre asociada al perfil del proyecto, es efectuar un análisis de sensibilidad.

El análisis de sensibilidad consiste en estudiar como varían los indicadores del proyecto al cambiar parámetros de los cuales éstos dependen. Es usual que este análisis se efectúe en forma bastante mecánica, estudiando sólo qué pasa con el VAN y la TIR del proyecto cuando los costos suben un cierto porcentaje o los beneficios se reducen en otra proporción.

Cabe destacar que, aún cuando el análisis de sensibilidad se asocia por lo general con el VAN o la TIR, puede ser aplicado a cualquier indicador que se esté empleando para juzgar

la bondad del proyecto. También es posible estudiar dentro de que rango de variación de las variables que condicionan los resultados del proyecto la solución adoptada continúa siendo la mejor. En resumen, todo buen perfil debe incluir un detallado análisis de sensibilidad, especialmente considerando el grado de incertidumbre asociado a las estimaciones que se efectúan a nivel de perfil.

CASO 1: RECOGIDA SELECTIVA

LA RECOGIDA SELECTIVA EN SEVILLA 1986-1994

INTRODUCCION

La Recogida Selectiva en Sevilla se inicia en 1986 por parte de una empresa denominada LIPASAM, tan sólo 4 meses después de su constitución.

Dentro de los diversos sistemas existentes, y tras ensayos varios de ellos, se optó por la recogida de residuos diferenciados.

En el año 1990 se efectuó un proyecto piloto en un área de 25.000 habitantes, aplicando el método de "dos bolsas" que arrojó interesantes resultados parciales.

Desde el año 1986 los residuos recogidos selectivamente han ido en incremento, aunque aún hoy, no se llega a recoger selectivamente más allá del 1,5% del total de los residuos, cifra considerada pequeña.

Sin embargo se siguió aceptado el método aplicado en la investigación al comparar los resultados en Europa. Estos tras muchos años de actuación, no superan por lo general, el reciclaje del 8% de los residuos urbanos producidos, aunque hay ciudades en que ya llegan a valores superiores al 20%.

La evolución de la producción de residuos en la ciudad de Sevilla ha sido:

Año Producción diaria Kg/Habitante

1980	0,70
1985	0,80
1990	1,00
1993	1,20

Y su composición actual es:

	% En peso
- Basura orgánica	45
- Papel y cartón	20
- Plástico	13
- Vidrio.....	10
- Metales	4
- Otros productos.....	8

De estos productos, ciertas fracciones son reciclables, por medio de la Recogida Selectiva.

La Recogida Selectiva consiste en la separación de los residuos en los propios hogares o centros productores, de forma consciente y voluntaria. Contribuye muy positivamente al reciclado de residuos.

El reciclado de residuos tiene muchos objetivos, en general de tipo medioambiental y económico:

- Menores costos:
 - * Recogida.
 - * Eliminación

- Valorización racional de los residuos:
 - * Reutilización
 - * Ahorro de recursos naturales y energía.

La cantidad de residuos recuperados, su grado de limpieza y la situación de los precios de los subproductos, marcan las posibilidades económicas.

RECOGIDA SELECTIVA EN SEVILLA

A lo largo de los últimos años, en Sevilla se han desarrollado diversas iniciativas que han llevado a resultados globales.

Es destacar que la colaboración ciudadana se ha incrementado con claridad a partir de 1990, aunque aún es francamente escasa y prácticamente nula, salvo honrosas excepciones en los comercios y establecimientos hoteleros, por otro lado, importantes productores de productos reciclables como vidrio y cartón.

Es conveniente saber que en la evaluación de los resultados no se incluyeron los productos que tienen otros cauces de reciclado, como son los rebuscadores y las industrias que producen estos tipos de residuos, como hipermercados, grandes almacenes, redes de supermercados; que por lo general, tienen organizada de alguna forma la recuperación y reventa de estos productos.

- Vidrio
- Papel y cartón
- Plásticos
- Metales
- Objetos voluminosos
- Productos especiales

VIDRIO

Los primeros contenedores de vidrio se colocaron en Sevilla en Noviembre del año 1986.

Aunque el crecimiento anual medio ha sido del 45% y sigue en progresión, debemos tener en cuenta que el vidrio recuperable en las basuras de la ciudad es del orden de 32 kilos por habitante al año, y sólo se está recuperando por la Recogida Selectiva el 10% del potencial.

El proyecto se basa en la instalación de contenedores "iglu" de 2,5 metros cúbicos de capacidad recogidos por un procedimiento estandar.

La estructuración comercial está concretada mediante un acuerdo con ANFEVI, Asociación Nacional de Fabricantes de Envases de Vidrio, quien adquiere el material recuperado.

ANFEVI ha realizado desde 1982, el fomento para el reciclado del vidrio y que contrasta con las otras organizaciones existentes para fomentar el reciclaje de otros productos que mantienen una actitud testimonial y "filosófica", más que un real compromiso.

PAPEL

Este servicio se inició en Abril de 1992, y ha tenido una acogida claramente espectacular entre los ciudadanos. En el inicio, el servicio se basó en contenedores de material plástico. Se enfrentaron algunos problemas.

- La gente quemó el 55% de los contenedores de plástico.
- Nos sustrajo, por vagabundos, una cantidad importante del papel que los ciudadanos habían depositado en los contenedores.

De esta experiencia se llegó a la conclusión de que debe potenciarse este servicio, pero en base a contenedores metálicos y con sistema antirrobo.

Se espera, de todas formas, llegar a recoger selectivamente 60 kilos de papel por habitante cada año. En la actualidad no llega a juntar ni al 3% de lo que podríamos obtener.

Esta iniciativa de recogida partió de LIPASAM que, tras varios intentos consigue de ASPAPEL, Asociación Nacional de Fabricante de Pasta Papelera, Papel y Cartón, que se comprometa ligeramente en el establecimiento de un acuerdo para mantener un precio de compra semiestable para el papel.

El mercado de papel tiene enormes fluctuaciones de precio, lo que no favorece en nada el alentar la Recogida Selectiva de este producto.

La sistemática utilizada se basa en solicitar la colaboración del ciudadano para que lleve sus periódicos y revistas a los contenedores de 2.5 metros cúbicos de capacidad instalados en la ciudad.

PLASTICO

No se ha tomado ninguna acción. Estos productos son conflictivos para recuperar por los diferentes tipos de plásticos, y su mercado es difícil con precios que fluctúan enormemente. La desvalorización, por mezcla de productos, es otro factor importante.

Los plásticos suponen el 13% de los residuos, aproximadamente 55 kilos al año por habitante; pero a efectos prácticos y con grandes problemas, sólo parece posible recoger selectivamente un 30% de ellos, 16 kilos por habitante al año.

Desde LIPASAM, se ha intentando ya iniciar esta recogida con la colaboración y compromiso de la Fundación Española de los Plásticos para la Protección del Medio Ambiente, pero por el momento no se ha conseguido su participación.

METALES

Se han efectuado algunos intentos, siempre durante la celebración de las Fiestas Primaverales, con la colaboración de COCA-COLA, en base al establecimiento de Centros de Recogida en la ciudad, que funcionaron con resultados discretos.

También aquí no se ha contado con ningún apoyo, colaboración y compromiso, sobre todo en precios de compra, por parte de la Asociación Metalográfica Española, que propugnan con gran amplitud la necesidad de recuperar las latas, pero que no se compromete en ninguna acción concreta.

El potencial de recuperación de metales es de aproximadamente a 12 kilos al año por habitante, pero es difícil establecer una sistemática general por la diversidad de objetos, metales, etc, con la excepción de las latas refrescos y bebidas.

OBJETOS VOLUMINOSOS

Este servicio existe en la ciudad desde 1983 y se basa en acudir a recoger, bajo demanda telefónica, los muebles, electrodomésticos y enseres inservibles de los que el ciudadano desea desprenderse.

Este servicio ha tenido una demanda creciente por parte de los ciudadanos a partir de 1990. A pesar de ello, aún sólo el 19% de los muebles que se recolectan lo son a través de este servicio.

PRODUCTOS ESPECIALES

En este grupo se incluyen todos los productos que, por su toxicidad o riesgo de contaminación, deben separarse de los residuos urbanos y que son colocados con los residuos domésticos:

- Medicamentos y fármacos caducados.
- Pinturas, insecticidas, abonos, etc.
- Otros tóxicos.
- Pilas usadas.
- Baterías.
- Etc.

Lamentablemente, aún no se estructura este tipo de recogidas, aunque se efectúan bajo demanda telefónica, cualquiera de ellas. La única excepción son las pilas usadas.

Pilas usadas.

Este servicio se inició a finales de 1990 en base a contenedores en el interior de los establecimientos y se va incrementando, a petición de estos establecimientos:

En los establecimientos se reciben todo tipo de pilas, tanto las denominadas de "botón" que por su composición de metales pesados son altamente contaminantes, como las denominadas "alcalinas" con prácticamente nulo poder contaminante.

LIPASAM acude a recoger las pilas recolectadas en los contenedores a petición telefónica de los establecimientos.

Las pilas se eliminan en un depósito de seguridad que existe para estos fines en Palos de la Frontera, gestionada por la Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía del Gobierno Español.

El coste de este servicio es muy alto, pero debe realizarse para reducir la contaminación.

La recogida de pilas no tiene un objetivo típico de recuperación sino que es, sobre todo, un aporte a la reducción de la contaminación en los procesos de eliminación final de residuos.

Esta operación es iniciativa de LIPASAM sin apoyo de ninguna entidad ni organismo.

RENTABILIDAD DE LA RECOGIDA SELECTIVA

El objetivo de rentabilidad que el proyecto marcó es que lo que se recoja selectivamente de los residuos, no cueste más que si hubiese sido basura. Es decir, que con el mismo dinero y gasto hacia el ciudadano, se puedan recuperar productos que beneficie medioambientalmente por ahorro de recursos naturales y de energía.

Se trata de conseguir un equilibrio entre lo que cuesta recoger y eliminar residuos urbanos, y el costo de recoger selectivamente y lo que se obtenga de la venta de los subproductos. De los productos que estamos recogiendo podemos comentar:

*** Vidrio:**

La operación y los precios de venta hacen que sea un producto ya claramente rentable.

En el futuro es de esperar que se siga manteniendo, y aún incrementando esta rentabilidad, pues aunque los precios están bajando ligeramente, los volúmenes crecientes y los costes crecientes de la recogida y eliminación de residuos urbanos, permitirán estos objetivos.

*** Papel:**

Este producto es muy problemático, pues los precios de compra son prácticamente nulos.

A pesar de ello, esperamos que en breve plazo podamos ajustar los precios de operación a valores que nos pongan en el umbral de rentabilidad, en pocos meses.

*** Objetos voluminosos:**

Desde un punto de vista económico, estos productos tienen costos muy similares recogidos selectivamente o no.

*** Pilas:**

La recogida de este producto se hace para evitar contaminaciones. Recoger selectivamente es mucho más caro, pero afortunadamente, las pequeñas cantidades que significan estos productos, no significan cargas importantes hacia el ciudadano.

Se espera para 1994 que cada tonelada recogida selectivamente de un beneficio de 1.118 pts. a la ciudad, pero debemos reseñar que son factores importantes de riesgo las fluctuaciones de los precios de estas materias, muy sometidos a las influencias de los mercados de materias primas.

PLANES Y PERSPECTIVAS PARA 1994

Esperamos que 1994 sea un año importante en la recogida selectiva de los residuos.

Los objetivos concretos para 1994 son:

- Incrementar el número de contenedores:
 - * 1 contenedor de vidrio cada 1.300 habitantes.
 - * 1 contenedor de papel cada 1.800 habitantes.
 - * 1 contenedor de pilas cada 700 habitantes.

- Recoger 8.640 toneladas en forma selectiva.

- Obtener un ahorro en nuestras operaciones de 10 millones de pesetas por medio de la Recogida Selectiva.

Este volumen significa una elevación de más del 80% sobre 1993 y hace que se llegue a reciclar el 2,7% de la totalidad de los residuos de la ciudad.

A finales de Abril, los resultados van en línea con ese objetivo pues ya detectan el reciclaje del 2.1% de todos los residuos. Es el papel el producto en el que prevemos un mayor crecimiento.

APOYOS Y SUBVENCIONES

Con vistas a 1994, en los últimos meses de 1993, concluye una serie de acuerdos de colaboración con la Agencia de Medio Ambiente y con el Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, que van a permitir abordar con suficientes medios la ampliación de la Recogida Selectiva en la ciudad.

La Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía ha subvencionado, en un 66%, la entrega de 60 contenedores para vidrio. El 33% restante es suministrado por ANFEVI, con lo que dispondrá de 60 nuevos contenedores para vidrio.

El Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, dentro de un importante programa que cubre toda España, nos subvenciona el 100% del siguiente material.

- 90 contenedores para vidrio
- 350 contenedores para papel
- 2 vehículos con grúa para su recogida.

La entrega de estos elementos por parte del MOPTMA se está ya realizando y se completa en el plazo de dos meses.

Estas entregas facilitan enormemente el poder avanzar de forma decidida en la Recogida Selectiva y lo consideramos una medida muy acertada y eficaz.

MEDIOS A DISPOSICION DEL CIUDADANO

El ciudadano, en lo que respecta a la Recogida Selectiva dispone de:

.. **Teléfono de la Limpieza en LIPASAM (4.28.20.20):**

En el que se puede solicitar la retirada de muebles usados, vaciado de contenedores de pilas, anomalías en los contenedores de vidrio y papel, así como la recogida de residuos especiales.

.. **Contenedores en la vía pública y establecimientos.**

.. **Servicios de recogidas:**

- * 4 brigadas de recogida de muebles inservibles compuesta por:
 - 1 contenedor
 - 2 peones
 - 1 vehículo especial de caja abierta.

- * 4 brigadas de recogida polivalente de vidrio/papel compuestas por:
 - 1 conductor
 - 1 vehículo gran capacidad con grúa incorporada.

- * 1 brigada de recogida de pilas usadas compuesta por:
 - 1 operario
 - un vehículo ligero

Como vemos, aproximadamente:

- * 20 personas
- * 9 vehículos,

se dedican a la Recogida Selectiva.

CONCLUSIONES

La Recogida Selectiva de productos es beneficiosa, rentable e incrementable. El estructurarla ordenadamente y con la mayor rigurosidad nos está llevando a las mejores cotas de calidad, eficacia y rentabilidad.

Los volúmenes que estamos recogiendo en Sevilla son aún más bajos. La colaboración del ciudadano es aún muy escasa, pero se ve una clara decantación hacia colaborar con el reciclado de los residuos.

La colaboración de los comercios e industria es aún muy baja y no se detecta una tendencia de cambio.

El apoyo de los sectores finalistas de los productos es fundamental, sobre todo para ordenar y estabilizar los precios de mercado, sin lo cual, es sumamente arriesgado estructurar sistemas operativos potentes.

La creación de un estado de opinión positivo y colaborador hacia la recuperación es una obligación moral de los medios de comunicación, consumidores, naturalistas y ecologistas y de los Organos de Administración del Estado.

LIPASAM en Sevilla, seguirá atentamente todas las posibilidades de aplicación paulatina de nuevos métodos operativos y potenciando los existentes para intentar ser una de las empresas pioneras en este importante cambio de hábitos y actitud ciudadana.

CASO 2: EXPLOTACION DE BIOGAS

LA EXPLOTACION DEL BIOGAS EN EL VERTEDERO BILBAO DE ARTIGAS, ESPAÑA.

Como se sabe un vertedero de residuos sólidos urbanos, manejado en forma sanitaria es un potencial generador de biogas al actuar en condiciones anaeróbicas.

De todos es sabido que una gestión coherente de los residuos Sólidos Urbanos (RSU) en vertedero, conlleva la eliminación, por medios artificiales, de los gases acumulados en el interior del mismo, producidos por la propia fermentación de la basura.

El Ayuntamiento de Bilbao-España, consciente de esta problemática, se planteó, a principios de 1984 un plan ambicioso orientado hacia el estudio de las posibilidades energéticas del gas (denominado, biogas) generado en el vertedero municipal de Artigas.

En este sentido, ese mismo año 1984, el Ayuntamiento de Bilbao, inició el plan, con la realización de seis pozos y la colocación de una antorcha con el fin de quemar, en una primera fase, el gas generado. Asimismo, inició una serie de trabajos orientados hacia el estudio de los caudales y las características físico-químicas del biogas de Artigas.

Fue a partir del año 1988, cuando el ayuntamiento conjuntamente con el Ente Vasco de la Energía (EVE), se plantearon dar un uso industrial a ese biogas que, hasta la fecha, simplemente, se estaba quemando en una antorcha. En ese sentido, realizaron un estudio de viabilidad, considerando todas las posibilidades de aprovechamiento del biogas (venta a incinerador de residuos hospitalarios y transformación directa a electricidad) concluyendo que, esta última alternativa, era la más viable técnica y económicamente.

Con el fin de llevar a cabo el proyecto, el Ayuntamiento de Bilbao y el EVE decidieron constituir la Sociedad BioArtigas, S.A. Esta Sociedad, encargada de la construcción y explotación de las nuevas instalaciones, tiene como objeto social el aprovechamiento de la energía contenida en las basuras, tanto para usos externos como internos en las propias instalaciones del vertedero así

como el asesoramiento técnico a terceros en relación con el aprovechamiento de la energía contenida en basuras y desechos.

CARACTERISTICAS DEL BIOGAS

El Instituto de Energías Renovables del CIEMAT, a través de su Unidad de Biomasa, realizó un estudio completo con el fin de tener la máxima información posible sobre las características físico-químicas del biogas generados en el vertedero Artigas. Para ello, se realizaron diversas campañas de visitas en las que se tomaron muestras en cada una de las líneas que componen la instalación de biogas.

La máxima preocupación de los diversos organismos participantes en el proyecto era disponer de toda la información previa precisa sobre el poder calorífico o energético del combustible y sobre la presencia de posibles compuestos corrosivos en el biogas que pudieran ocasionar problemas irreversibles en los motores.

Para la determinación del poder calorífico, se realizaron análisis de compuestos mayoritarios, entre los que se encuentra el metano. También se llevaron a cabo análisis de carbono y los compuestos orgánico clorados, ácido sulfúrico y vapor de agua. Estos compuestos son muy corrosivos y su presencia, en concentraciones elevadas, podría llegar a ocasionar daños irreparable en los motores.

Asimismo, se analizó el posible contenido de NH_3 en el biogas al detectarse un olor atípico en el biogas. Los análisis confirmaron la existencia de NH_3 , sobre todo en alguna de las líneas, aunque su presencia no es un problema para la utilización de gas en motores.

Se observa que el contenido en metano es superior al 50%. Este valor confirma las posibilidades energéticas de este gas, así como el buen funcionamiento de la tecnología seleccionada. Este se basa en controlar automáticamente el porcentaje de metano en el colector general.

Los resultados obtenidos de los análisis de anteriormente señalados y principalmente ácido sulfhídrico confirman que el biogas extraído se puede utilizar, sin riesgo alguno, en equipos de

producción de energía. En este caso, en motores. Los posibles compuestos, que podrían ocasionar problemas de corrosiones en motores se encuentran en cantidades pequeñas. Por otro lado, los análisis realizados detectaron una sobresaturación de agua en el biogas. Ello obligó a incluir una instalación adicional, no prevista en el proyecto inicial, de eliminación de condensados.

DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES PRINCIPALES DE LA PLANTA

El diagrama , definido por IDOM, S.A. - empresa de ingeniería responsable del proyecto y de la dirección de obra- nos describe de forma resumida la planta de autogeneración eléctrica. A continuación se describen sus instalaciones principales:

- Sistema de captación, regulación y control del biogas.

El sistema elegido debía ser tal que el biogas extraído reuniese las siguientes condiciones:

- PCI (Poder Calorífico Inferior) capaz de garantizar un funcionamiento estable de los grupos motor-alternador (Ley en CH_4)
- Humedad relativa inferior a la correspondiente al punto de saturación a la temperatura de utilización, así como, ausencia de partículas sólidas dañinas.
- Caudal de gas suficiente para el funcionamiento correcto de los grupos.
- Bajo contenido en oxígeno por razones de seguridad.

El sistema seleccionado, suministrado por la firma EUROCOMERCIAL, S.A. conseguía a priori, estos objetivos, mediante: **1)** un autómata que regula la composición en CH_4 y O_2 del gas procedente de cada línea, regulando en cada una de ellas, una válvula de admisión neumática y motorizada por medio de un sensor; **2)** un sistema de purga de condensados sobre cada línea, así como un calderín ciclónico de separación sobre el colector general; y **3)** un número suficiente de pozos conectados uno o dos a cada línea.

El seguimiento de la instalación nos deberá confirmar si el sistema seleccionado permite:

- Obtener información adicional sobre: producciones, leyes en CH_4 y O_2 estado de las líneas, datos históricos, producciones energéticas, potencias y rendimiento.
- Suministrar señales a los automatismos de los grupos motor-alternador.

Todo ello se realiza mediante sensores, comunicaciones por fibra óptica y programas adecuados.

El exceso de gas, no consumido en los motores, se incinera en una antorcha dotada de automatismos y pilotos.

Básicamente, el conjunto consta de 20 pozos de extracción que, a través de 12 líneas dotadas de separadores de condensación, son sometidas a depresiones generadas por el sistema de aspiración y reguladas, individualmente, por válvulas de regulación neumática situadas al final de cada líneas. Los actuadores neumáticos regulan las válvulas en función de las señales que reciben del sensor satélite de la estación de regulación que se encuentra en diálogo permanente con el sensor máster del sistema.

A intervalos de regulación de tiempo, a la llegada de cada línea a la Estación de Regulación, se procede, a través del distribuidor de líneas, en primer lugar, a la purga de la línea de análisis con aire comprimido. Luego se filtra y se analiza, primero el O_2 y después el CH_4 . Ambos datos se transmiten al sensor, máster que tras comparar estos valores con los prefijados, instruye al sensor satélite para que proceda a la regulación de la válvula de la línea o, en caso de O_2 en exceso, al cierre. Los datos del sensor se transmiten a un ordenador personal (PC) que los muestra en pantalla y que, cada tres ciclos, los registra.

El sistema recoge los siguientes datos:

- Temperatura y caudal de gas en antorcha. Este dato es necesario ya que la antorcha necesita mantener un caudal mínimo. Esta señal se envía a los grupos motor-alternador para que ajusten su consumo a este caudal mínimo.

- Temperatura, presiones y caudales en cada grupo.

El sistema se completa con todos los elementos de seguridad requeridos, como puestas a tierra, detectores de fugas de gas, protecciones antideflagrante, etc.

- Instalación de deshumidificación de gas.

Como ya se ha visto, la eliminación de condensados en el biogas es un aspecto clave para el funcionamiento duradero en los motores.

Aunque en el proyecto inicial no incluía, en un principio, una instalación de deshumidificación, trae las primeras pruebas de bombeo, se vio su necesidad, al detectar la presencia de cantidades importantes de condensado en el biogas.

La solución propuesta por IDOM S.A. debía ser tal que el grado de humedad del biogas debía estar lo suficientemente alejado de su punto de rocío. De esta manera no se producirían condensaciones en su contacto con la superficies más frías de las tuberías de admisión que lo conducen a los motores.

Con este fin TAREMAN S.L., responsable de la ejecución de esta parte de la planta, diseñó un sistema que consta de las siguientes etapas:

- 1) Enfriamiento del gas hasta 20° C. De esta forma se produce deshumidificación del gas hasta garantizarse un contenido máximo de humedad de 20 mg/l.
- 2) Separación de gotas.
- 3) Calentamiento del biogas hasta 50° C. De esta manera nos alejamos de forma definitiva del punto de rocío.

Además se aislaron las tuberías de gas comprendidas entre la instalación de deshumidificación y motores. Así se impide que los efectos de una temperatura ambiente baja, puedan producir el

enfriamiento de las superficies interiores de las mismas, lo que provocaría de nuevo, el acercamiento de la temperatura del gas a la del rocío.

Un aspecto muy importante a tener en cuenta es que todos los materiales empleados sean de acero inoxidable.

Para la definición de las capacidades de los equipos, se han tenido en cuenta las siguientes hipótesis:

- Temperatura de ambiente exterior.
Máxima 30°C. Mínima 0°C.

- Temperatura media de ambiente en sala de motores.
Máxima 35°C. Mínima 0°C.

- Condiciones del biogas
 - * Composición 55% CH₄ 5% O₂ 40% N₂
 - * Calor específico 0,373 kcal/Nm³C.
 - * Peso específico 0,95 kg/Nm³
 - * Caudal 600 Nm³/h (ampliable a 1200 en una 2ª fase).

- Temperaturas. De entrada al sistema 55°C.
De salida del sistema 50°C.

- Presión 0,12 mbar (relativa)

- Contenido humedad: De entrada al sistema 64mg/l
De salida al sistema 30mg/l

GRUPOS MOTOR-ALTERNADOR

La instalación se completa con dos motores GUASCOR modelo FGLD360 que accionan dos alternadores sincronos que generan, cada uno de ellos 450 kW a 380 V, 50 Hz y 1500 rpm. Los grupos trabajan en paralelo con la red eléctrica de Iberdrola S. A. a la que se exporta la energía eléctrica producida, a excepción de los consumos propios de la planta. El funcionamiento es continuo (24 hr.) realizando paradas programadas para mantenimiento preventivo.

El biogas antes de entrar a los motores pasa por unos filtros de cinco micras en los que se eliminan las posibles partículas sólidas que pudiera arrastrar. Teniendo en cuenta que el sensor del gas es de aprox. 4.500 Nm³/h el consumo en cada motor para que esté plena es de 240 Nm³/h.

Las características principales de los equipos son las siguientes:

- Motores de 12 cilindros en V, cilindrada de 36 litros. Turbo alimentados y post-enfriados.
- Diseño de cámara de alta tecnología para funcionamiento de mezclas gas/aire pobre (=2,5).
- El nivel de emisión cumple todas las normativas europeas.
- Ciclo OTTO con encendido mediante chispa.
- Refrigeración mediante electrorradiadores. La salida de gases de escape es a través de silenciadores.

Los alternadores son sincronos, de la marca LEROY SOMER, modelo LSA49L6A, y autoexcitados sin escobillas. El sistema de regulación de tensión está preparado para su funcionamiento en paralelo con la red de regulación automática.

El sistema de control y maniobra está compuesto por un cuadro eléctrico donde se visualizan los parámetro eléctricos y se integran los elementos de vigilancia, y protección de parámetro del motor (temperaturas y presiones) y eléctricos (tensiones, intensidades, potencias, etc.)

El cuadro realiza automáticamente el arranque, la sincronización, el acoplamiento con red y el control de potencia generada. Para ello, incorpora un autómata programable que recibe una señal eléctrica 4-20 mA proporcional al caudal de gas desviado a la antorcha. Para garantizar el funcionamiento continuo de la antorcha se fija un caudal mínimo.

Es muy importante realizar análisis periódicos del aceite de los motores. La posible presencia de haluros orgánicos que pudiese generar ácidos clorhídrico y fluorhídrico, se refleja en el aceite y podría repercutir en su TBN (Total Base Number).

El TBN es un indicativo de la capacidad alcalina del aceite para contrarrestar los ácidos. En esta aplicación se utiliza un aceite de alto TBN.

Por último, se incluye un balance térmico del motor-alternador al 100% de carga:

- Presión media efectiva 10,38 bar
- Potencia mecánica 470 kW
- Potencia eléctrica 450 kW
- Consumo combustible 1253 kW
- Consumo específico 2.400 kcal/kWhe
- Rendimiento mecánico 37,5
- Rendimiento eléctrico
- Caudal gases escape 2459 kg/h
- Temperatura gases escape 440°C.

DATOS ECONOMICOS

Inversiones

El importe global de las inversiones asciende a 160 millones de pesetas.

Ingresos previstos

Los ingresos previstos por la venta de electricidad son de 45 millones de pesetas.

Ayudas recibidas

Para la finalización de dichas inversiones se han recibido subvenciones de las siguientes instituciones:

- Dirección General de Energía XVII, de la Comisión de la Comunidad Europea, a través de su Programa Demostración de Energía (actualmente, denominado THEREMIE)
- Dirección General de Energía del Ministerio de Industria Comercio y Turismo.
- Gobierno Vasco.
- CADEM S.A., Departamento de Industria y Energía.
- Viceconsejería de Medio Ambiente, Departamento de Economía Planificación y Medio Ambiente de España.

EMPRESAS PARTICIPANTES

Las empresas que han intervenido en la ejecución del proyecto han sido :

- IDOM Ingeniería y Consultoría S.A. Proyecto y Dirección de la Obra.
- INSTITUTO DE ENERGÍAS RENOVABLES (CIEMAT) Analítica del biogas y condensado.
- EUROCOMERCIAL S.A. Infraestructura de captación, conducción y regulación de biogas.

- GUASCOR S.A., Suministrador de los motores.
- GAILU S.L. Obra civil y edificios
- TECUNI S.A. Infraestructura Eléctrica.
- TAREMAN S.L. Equipo de Enfriamiento del biogas.

Además, FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS (FCC), empresa exportadora de las instalaciones existentes en Artigas, ha colaborado en la realización de los nuevos pozos y en el diseño del trazado de tuberías.

CASO 3: MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

MANEJO DE RESIDUOS ISLAS DE MALTA.

Las islas maltesas se encuentran en el centro del Mar Mediterráneo, a 90 km al sur de Sicilia y a 230 km del Norte de Africa. Durante muchos siglos, Malta y sus pequeñas islas vecinas de Gozo y Comino han recibido visitantes -amigos o menos amigos- de otros lugares del mundo, pero mientras en los siglos pasados los visitantes solían dejar una valiosa herencia cultural, los visitantes de hoy en día dejan una presión añadida sobre las instalaciones de tratamiento de residuos y unas demandas aún mayores sobre unos sistemas de suministro de agua y alcantarillado ya casi al límite de sus posibilidades.

En los próximos años, los 350.000 habitantes de Malta, y sus 1,25 millones de turistas anuales se verán afectados por las atrevidas decisiones tomadas recientemente por el gobierno maltés y aplicadas a través de su Ministerio del Medio Ambiente.

Malta se independizó de Gran Bretaña hace 30 años, en 1964. El turismo constituye la principal fuente de divisas de Malta, pero en los meses de verano las islas están ya casi al límite de su capacidad.

ADMINISTRACION

Hasta el año pasado, Malta tenía una administración centralizada, con distritos que contaban con muy poca autonomía o responsabilidad. Desde 1994, se han creado corporaciones locales que han ido apareciendo por etapas. Se ha creado un organismo estatal para ayudar a las nuevas corporaciones a desarrollar la capacidad necesaria para gestionar sus propios asuntos. Los nuevos municipios tienen responsabilidad sobre la recogida de residuos sólidos urbanos, la limpieza de calles, los jardines y parques públicos, el mobiliario urbano, los centros escolares (salvo temas relativos a programas de estudios); las señales y la regulación del tráfico. Es importante el hecho de que en el área de gestión de residuos las decisiones de los municipios no

tienen que basarse sólo en el coste. Se han establecido contactos con el Tidy Britain Group (grupo Gran Bretaña Limpia) para recabar su apoyo en la formación de los concejales.

Si pedimos a cualquier autoridad responsable de la planificación y construcción o gestión de instalaciones de tratamiento de residuos que describa circunstancias que harían su vida más fácil, nos expondrá probablemente una situación en la que no estén obligados por las normativas urbanísticas, ni constreñidos por la necesidad de cumplir las exigencias de las corporaciones locales. Con ello se ilustra la situación que prevaleció en Malta hasta el año 1994.

Anteriormente sólo el sector privado estaba obligado por los controles urbanísticos, y el gobierno podía concederse a sí mismo licencias de construcción. Ahora se ha creado una autoridad urbanística independiente compuesta por 15 miembros: 5 que representan a departamentos ministeriales; 8 independientes nombrados por el primer ministro para un período de tres años; y los dos últimos son representantes de los dos partidos políticos de la isla.

ESTRATEGIA DE GESTION DE RESIDUOS

En febrero de 1993, el Ministerio del Medio Ambiente de Malta publicó su estrategia nacional de gestión de residuos sólidos, como resultado de un estudio de dos años sobre la gestión de residuos en Malta. Una de las principales conclusiones del estudio, llevado a cabo por la consultoría danesa Rambill, Hannemann & Hojlund A/S, fue que la incineración con recuperación de energía ayudaría a satisfacer las necesidades de Malta y de sus vecinos más pequeños. Se ha sugerido una posible ubicación para una incineradora cerca de la nueva central eléctrica, que facilitaría la recuperación de la energía.

El Ministerio de Medio Ambiente está actualmente financiando un estudio complementario del realizado en 1993. Al final de 1994, el Ministerio no había llegado aún a una conclusión definitiva en cuanto a la incineración como eje central de su estrategia de gestión de residuos.

VERTEDERO

Malta cuenta con tres vertederos con algún tipo de control, habiéndose abandonado ya la incineración al aire libre. Los vertederos de Malta comienzan ahora a alejarse de la categoría de "basureros" y ninguno podría ser calificado como vertedero controlado. En breve se instalará una báscula en uno de los vertederos. Existe un único vertedero en Gozo, en Xanghra, pero está previsto su cierre cuando se haya construido una estación enlace para el transporte de residuos no tratados a Malta.

En Agosto de 1994, una ingeniero civil norteamericana con experiencia en el diseño y construcción de vertederos llegó a Malta para un período de dos años, para asesorar en la tarea de mejorar la calidad de los vertederos. Su cometido es ayudar a mejorar la gestión de los vertederos existentes, asesorar en el ajardinamiento y cierre de los vertederos agotados, y diseñar un nuevo vertedero controlado. La elección de la ubicación es difícil, debido a la escasez de terreno y a la geología, y aunque se ha seleccionado por eliminación una posible ubicación en el sureste, es probable las nuevas corporaciones locales del área presenten su oposición.

SEPARACION EN ORIGEN DE RESIDUOS DOMESTICOS

En otro de los cambios innovadores que se han puesto en marcha, la separación de residuos domésticos en origen será gradualmente introducida a partir del mes de febrero de este año, subcontratando los ayuntamientos el trabajo de recogida de residuos a empresas privadas. La competencia sobre la recogida fue transferida a los ayuntamientos el año pasado y este servicio quedará totalmente privatizado en 1995. El gobierno está ayudando a los recolectores de residuos a constituir una cooperativa, con el fin de conseguir la organización de este inexperto sector privado.

Los residuos separados se recogerán diariamente (excepto los domingos), en dos partes diferentes. Los lunes, miércoles, jueves y sábados se recogerá la parte orgánica: residuos de cocina y jardinería, periódicos, papel, etc. Los martes y viernes se recogerá el resto de los materiales, la parte no orgánica. Las pilas se recogerán separadamente, a través de unos 500 establecimientos detallistas.

El programa de recogida selectiva no se pondrá en marcha en Gozo hasta que se construya la estación de transferencia. Hasta la fecha, los contenedores de vidrio y otros puntos de depósito similares para otros materiales reciclables, que constituyen una visión familiar en muchas partes del mundo, no han comenzado a utilizarse todavía en Malta. No obstante, existe la posibilidad de que se inicien dichos programas en el futuro, a medida que los habitantes de Malta se familiaricen con el concepto de la separación de residuos. Existe una salvedad como ocurre para cualquier otra isla: deben existir mercados asequibles con una proximidad razonable que haga viable el transporte de materiales al exterior de la isla, ya que es improbable que exista en Malta capacidad de reprocesamiento suficiente para los materiales recogidos.

COMPOST

La decisión de construir una planta de compostaje se tomó hace varios años, como alternativa a la anterior política de vertido indiscriminado. En el periodo comprendido entre 1932 y 1974 se vendían residuos pulverizados a los granjeros para esparcir en sus campos como sistema de abono. Además, recolectores privados recogían grandes cantidades de residuos orgánicos que posteriormente utilizaban los granjeros como abono o como alimento para cerdos. En un estudio llevado a cabo por la OMS en los años 60 se recomendó el compostaje a gran escala de los residuos de Malta, y un estudio de viabilidad llevado a cabo por la consultoría sueca VBB en 1978 llegó a la conclusión de que el proyecto era no sólo viable sino también beneficioso para la agricultura, estimándose un incremento del 10 - 15% en la productividad. El suelo de Malta es de poco espesor, tiene poca retención de humedad y está sujeto a erosión. Esta situación asegura una demanda estable para cualquier producto acondicionador del suelo. Dado el relativamente alto contenido orgánico de los residuos, el compostaje se convierte en una opción lógica de tratamiento de residuos.

La planta de compostaje de Sant Antnin, que utiliza equipo italiano De Bartolomeis, fue construida junto a la planta de tratamiento de aguas residuales de Marsascala, tal y como había sido recomendado, después de realizarse investigaciones para ubicaciones alternativas y evaluarse a protección acuífera y otras cuestiones como el transporte a larga distancia y la proximidad a zonas residenciales. La planta fue construida y puesta en marcha a principios de 1993, y procesa

residuos sólidos urbanos mixtos con clasificación mecánica para separar los materiales entrantes. La planta está gestionada por la empresa contratista privada Environment Technology Ltd.

La planta no ha estado exenta de problemas, a pesar de esa cuidadosa evaluación de su ubicación y del proceso de producción realizada con anterioridad a su construcción.

Inadvertidamente, es posible que el gobierno haya contribuido a agravar los problemas de aceptación local de la planta de compostaje, ya que, en la época en que se decidió la ubicación de la misma, el área sólo tenía 900 habitantes y estaba poco urbanizada. Sin embargo, con posterioridad a la adjudicación del contrato para la construcción de la planta se autorizó la expansión del área de Marsascala y se concedieron licencias de construcción de viviendas. Actualmente hay casi 3000 residentes en la zona.

Durante 1994 se experimentaron algunos problemas de olores, y la planta fue cerrada durante un corto período de tiempo para permitir que se llevaran a cabo investigaciones. Se están realizando estudios independientes para la búsqueda de soluciones al problema -que incluyen medidas relativamente simples como el incremento de capacidad de los biofiltros- y se están evaluando las medidas correctoras recomendadas.

No obstante, la recogida de residuos separados en origen simplificaría el proceso en la planta de compostaje a la vez que mejoraría la calidad del producto final.

CASO 4: OBTENCION DE ENERGIA POR INCINERACION DE RESIDUOS

INCINERACION EN LAS ISLAS ESCOCESAS

Las islas Shetland de Escocia generan cerca de 20.000 toneladas de residuos urbanos al año, y su clima -con frecuentes vendavales- no es el ideal para la gestión de vertederos. Por su situación de aislamiento con respecto a otras poblaciones vecinas, las islas Shetland necesitan soluciones para la eliminación de residuos que sean fiables e independientes. Las islas cuentan con escasas fuentes de energía autóctonas, y no están conectadas a la red eléctrica nacional. En la actualidad, se está debatiendo la construcción de una planta de incineración de residuos que produciría asimismo calefacción central y electricidad, reduciendo la dependencia del combustible importado. La incineradora existente cerca de Lerwick tendrá que ser clausurada antes de finales de 1996, ya que no satisface los nuevos límites de emisiones de la Unión Europea (UE).

CONSTRUCCION NUEVA PLANTA INCINERADORA

Un nuevo caso interesante de recoger es la determinación de incinerar con aprovechamiento de energía en Birmingham. En el verano de 1994 se inició la construcción de una nueva planta de incineración con obtención de energía en Birmingham, en Midlands. La planta, cuya inauguración está prevista para finales de 1996, incinerará cerca de 350.000 toneladas al año de residuos urbanos de Birmingham, generando 25 MW de electricidad.

CASO 5: PRIVATIZACION DEL SERVICIO DE ASEO

GRUPO FRANCES CGEA EN BOGOTA COLOMBIA

Una publicación de un periódico Colombiano firmado por EDUARDO MACKENZIE, señala un interesante proyecto de un grupo de nacionalidad Francesa y señala:

"Las basuras de Bogotá, que causan tantos dolores de cabeza a los bogotanos, hacen las delicias de una empresa francesa.

El grupo Cgea, especializado en la recolección y tratamiento de basuras, tiene en Bogotá uno de sus contratos más gordos. "Colombia es un país de primera importancia para el Cgea", declaró Yann Marie Le Doré, director ejecutivo de la Compañía General de Aguas, uno de los grupos más importantes del mundo en materia de limpieza urbana, al presentar a la prensa de París el informe de actividades del grupo en 1994.

Con un volumen de negocios por valor de diez mil millones de francos (US\$2.00 millones), en 1994, el grupo Cgea colecta en Francia y en otros 18 países (10 en Europa, 2 en América Latina, 4 en Oceanía, 2 en el Océano Indico) desechos domésticos de más de 8 millones de personas y emplea a cerca de 40.000 operarios, 13.000 de los cuales laboran en el extranjero.

En Colombia, la Cgea tiene dos grandes centros de actividad: Bogotá y Cartagena. A través de su filial Onyx, asociado a Fenalca en el seno del consorcio español Ciudad Limpia, la Cgea firmó en días pasados con las autoridades municipales de Bogotá la renovación del contrato por 10 años de recolección de basuras de las zonas 1 y 3 de la capital colombiana. (las basuras de la zona 2 son recogidas por una empresa argentina).

A ellos se agrega la colecta de desechos hospitalarios de Bogotá. Ese contrato permite, en total, la recolección de las basuras de casi 2 millones de personas, lo que da más de 2.000 toneladas de desechos por día. Bogotá es el contrato más grande de la Cgea en el mundo en materia de recolección de basuras.

Según explicó Le Doré a El Espectador, el volumen de negocios de Onyx en Bogotá asciende a los 100 millones de francos (US\$20 millones) y emplea a 3.500 personas.

Cartagena de Indias también se beneficia de los servicios prestados por la Onyx, desde el primer trimestre de 1994. Allí, la Onyx recoge las basuras domésticas y se encarga de la limpieza del centro histórico y turístico de la ciudad, cuya población es de 260.000 habitantes. El volumen de negocios de Onyx en Cartagena es de 80 millones de francos, según la misma fuente.

El grupo Cgea realiza en Francia y en el extranjero toda una gama de actividades relacionadas con la recolección y procesamiento industrial de basuras: colecta de desechos domésticos, colecta selectiva de desechos hospitalarios e industriales, instalación y administración de incineradores, botaderos y de centros de reclasificación de basuras, así como operaciones de reconversión y revalorización energética de basuras"

CASO 6: VERTEDERO RECUPERADO

EFFECTOS DE LA RECIRCULACION DE LIXIVIADO SOBRE LA PRODUCCION DE BIOGAS EN EL VERTEDERO EL MOLLE (CHILE)

El relleno sanitario "El Molle" fue inaugurado en enero de 1985, con el objeto de recibir todos los residuos sólidos de la ciudad de Valparaíso, con una población aproximada de 270.000 habitantes. Su proyecto de construcción fue realizado por la Universidad Católica de Valparaíso.

Sus coordenadas geográficas son 33° 05' latitud sur y 71° 38' longitud oeste, según levantamiento aerofotométrico entregado por el Instituto Geográfico Militar.

Cuenta con una superficie total disponible de 46 hectáreas, localizadas en una vaguada.

El proceso de disposición se realiza en base a celdas de confinamiento, actuando sobre el talud de la celda precedente o sobre las laderas del cerro. Asimismo, fue necesaria la construcción de un muro de contención de tierra en la parte más baja de la cuenca, cerrando la quebrada poniente. El objeto de este muro es contener la masa de desechos e impedir el flujo de lixiviados, otra función está relacionada con el sistema operativo del relleno, ya que el modo de colocación de los residuos es de abajo hacia arriba, tomando como apoyo el talud del muro. La compactación de los residuos se realiza con el bulldozer de tipo D-6 de 13,5 t y un promedio de 3 pasadas por nivel de residuos, para capas de 2,6 metros de altura. El material de cobertura se dispone en capas de aproximadamente 0,40 m. de espesor.

El vertedero cuenta con sistema de impermeabilización y drenes de fondo y perimetrales que lo aíslan del entorno, y los lixiviados producidos son conducidos a una pequeña balsa de regulación.

La evacuación de gases se consigue por medio de chimeneas que parten del sello de fundación hasta el nivel de avance de las celdas. Estas chimeneas son confeccionadas en obra mediante trozos de eucaliptos y malla de alambre fino en forma de tronco de pirámide, con módulos que se van superponiendo unos sobre otros. El interior de estos módulos es relleno con material granular grueso para que no colapsen debido a la presión producida por los residuos.

Este sistema de ventilación, fue posteriormente modificado para adecuarlo a la explotación de biogás, el cual se almacena en un área distante 15 Km. del vertedero. Durante la fase de gestión normal los valores de biogás obtenidos oscilaron entre los 100 y 250 m³N, lo que permitía abastecer a un 30% de la población.

COMPOSICION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS DEPOSITADOS EN EL VERTEDERO.

De acuerdo con los análisis practicados el 68% en peso de los componentes corresponde a materia orgánica, con un 45% de humedad, lo que hace suponer continuos asentamientos en la masa de residuos producto de su descomposición.

El vertedero se inició recibiendo 211 ton/d, así, estimando una población atendida de 270.000 habitantes, se obtiene una producción de desechos per cápita de 0,78 Kg/día.

CARACTERISTICAS DEL TERRENO DE COBERTURA.

El suelo utilizado como material de cobertura es en general una arena limosa de baja compresibilidad. Se puede comprobar además, que la compactación del material de cobertura es bastante deficiente pues no se superan los porcentajes de compactación del 87% del Próctor Modificado.

En cuanto a la densidad seca de los residuos oscila entre 0,70 y 0,96 t/m³, considerando un promedio de humedad al cabo de los primeros 7 meses de operación, del 30%. Este valor es algo superior a los presentados por la bibliografía especializada, pero ello puede ser causa del alto contenido de materia orgánica del relleno sanitario "El Molle".

GESTION DEL VERTEDERO.

La explotación del vertedero se desarrolló en forma normal hasta comienzos de 1992, fecha en la cual coincidieron condiciones de pluviometría extremas con problemas por parte de la Administración relativas a mal mantenimiento y pérdida de las condiciones de control del vertedero.

Esta situación provocó:

- Las pérdidas de pendientes necesarias para la evacuación de aguas superficiales la consecuente acumulación de lixiviados, en forma incontrolada.
- La erosión y debilitamiento del pretil de contención de la masa de residuos, poniendo en peligro la estabilidad desde el punto de vista geotécnico, del vertedero.
- La formación de grietas de hasta 3 m. de profundidad, a través de las cuales ingresaba aire a la masa en fermentación.
- El descenso de las tasas de producción de biogás, como consecuencia del paso a fase aeróbica y la falta de control de las condiciones de operación.
- La falta de un frente de trabajo y la colocación arbitraria de los residuos.
- El ingreso de personas (cirujas), ajenas a la explotación que efectuaban un rescate manual de los elementos de interés comercial.

Dichas condiciones se mantuvieron durante 4 meses correspondientes a los señalados como 57, 58, 59 y 60, a partir del cual se tomaron las medidas necesarias para revertir la situación.

ETAPA DE RECUPERACION.

Las acciones encargadas para volver a las condiciones normales de funcionamiento y explotación consistieron:

1° En la recuperación de los drenes perimetrales, y la restauración de las pendientes para evitar el almacenamiento de líquidos, además de reforzar el pretil de contención y recuperar el material de cobertura perdido por la erosión.

2° Una vez recuperada la estructura del vertedero, debían inducirse las condiciones óptimas para favorecer la actividad anaeróbica, para lo cual la masa de residuos debía alcanzar el nivel de humedad necesario y las vías de acceso de aire debían ser selladas. Luego de realizar un Balance Hidrológico considerando una pluviometría anual de 700 mm. con una punta mensual extraordinaria de 120 mm. se optó por la Recirculación de lixiviado, con lo cual se daba solución también al problema de la evacuación de las masas de líquido retenido durante la fase incontrolada.

RECIRCULACION DE LIXIVIADO.

En experiencias de otros autores ¹ se ha observado que para que comience la descomposición es necesario un 25% de humedad, mientras que menos de un 40% retardará la producción de gas, que alcanza el grado óptimo a un 78%.

Se llevaron a cabo varios experimentos teniendo en cuenta la analogía entre un vertedero de R.S.U. y un reactor anaeróbico, y se puede decir que en la actualidad la masa ha alcanzado su capacidad de campo con un 65-68% de humedad, según los análisis realizados. Para mantener este nivel, en verano, (meses de menor pluviometría), hubo que fabricar lixiviado drenado una celda conteniendo residuo fresco de 600 m³. de capacidad.

Los valores obtenidos de biogás después de la recuperación y recirculación de lixiviado han superado los 200 m³N.

Las celdas de mayor contribución en estas tasas de generación contenían unas 15.000 t. de residuos de las cuales el 50% era materia orgánica.

¹ Escuela de Ingeniería en Construcción, Universidad Católica de Valparaíso-Chile.

Puede afirmarse que la recirculación de los lixiviados ha proporcionado un desarrollo más rápido a las bacterias anaeróbicas productoras de metano, acelerando la estabilización del vertedero.

Por otra parte, respecto al alto grado de inestabilidad que alcanzó el vertedero, la nueva geometría del relleno y la reparación del pretil, permitió mejorar la resistencia al corte del material y la estabilidad del conjunto elevando el factor de seguridad final a valores consecuentes con las características de la obra.

CASO 7: INCINERACION

PLANTA DE INCINERACION DE BARCELONA

A fin de ejemplificar en forma más afinada la alternativa de incineración de residuos se presenta una descripción del proyecto más importante de esta naturaleza desarrollado en España, como una versión resumida de un trabajo sobre dicho tema presentado por el Sr. Villamore en un curso del Centro Internacional de Formación en Ciencias Ambientales (CIFCA), Madrid, 1986.

La planta de incineración de basuras de Barcelona está prevista para la eliminación del 60% de las basuras producidas por la ciudad, mediante tres hornos con una capacidad de incineración nominal por horno de 360 Tm/día y máxima de 400 Tm/día.

El calor producido por la incineración de las basuras se emplea en la producción de vapor, con el que se acciona un turbogruppo de una potencia máxima de 17.700 KW., por lo que en realidad, la planta está concebida como una central térmica adaptada a la característica peculiar de emplear la basura como combustible. La electricidad producida se emplea, en parte para el consumo propio de la planta y el resto se vende obteniéndose unos ingresos que cubren parte de los gastos de explotación con el consiguiente abaratamiento del costo de la incineración.

El poder calorífico de las basuras es variable según las zonas de la ciudad, si bien puede evaluarse su poder calorífico inferior en un promedio de 1.200 a 1.300 Kcal/kg.; cuando por cualquier circunstancia el mismo desciende por debajo de 1.000 Kcal/kg. hace falta aportar combustible auxiliar a cuyo efecto se han previsto quemadores auxiliares de gas natural.

Una selección de las áreas de Barcelona cuyas basuras han de incinerarse ha de conducir a obtener un mayor poder calorífico y a una disminución del volumen de escorias que repercute en una mayor producción de energía y una disminución de los gastos de explotación.

Seguidamente se detallan las características y elementos más importantes de la planta incineradora.

EMPLAZAMIENTO

Para facilitar la interconexión eléctrica entre la Planta Incineradora y la Subestación Transformadora de Hidroeléctrica de Cataluña, S.A., la Planta Incineradora se halla ubicada en el Término Municipal de San Adrián de Besós, junto a la citada Subestación y a la Central Térmica de Térmicas del Besós, S.A.

La ubicación dada a la Planta Incineradora permite también utilizar la balsa de agua de mar de Térmicas del Besós, S.A., para obtener la necesaria agua de mar de refrigeración de la Planta, evitándose así la construcción de una balsa propia y del correspondiente pantalán de toma.

En caso de avería de la estación propia de agua desmineralizada para alimentación de las calderas, está previsto utilizar el agua desmineralizada de la citada Central Térmica, para lo que hay instalada la correspondiente tubería de emergencia.

El solar ocupa una superficie de 14.359 M², de los que se hallan Construidos 4.000 m².

CARRETERA DE ACCESO

Las basuras domiciliarias de la ciudad de Barcelona que llegan por las calles Llull y Prim, atraviesan la vía del ferrocarril Barcelona-Mataró, por un puente que empalma con la carretera de acceso a la Planta, habiendo sido ambos Construidos expresamente para este fin por el Ayuntamiento de Barcelona.

ENTRADA Y SALIDA DE CAMIONES A LA PLANTA

A la entrada de la Planta hay instalada una báscula para el pesaje de camiones. Por una calzada de 15 m. se accede a la central propiamente dicha. Estos 15 m. están divididos en dos partes iguales de 7,5 m., de dos sentidos cada una; por una de ellas, y mediante una rampa de 88 m. de longitud y una pendiente 8% se accede a la plataforma de maniobra y descarga de los camiones de basuras, siendo el desnivel a salvar de 7 m. La segunda calzada de entrada y salida a los

camiones que van a recoger las escorias producidas en la Planta, así como para el tráfico de los turismos que pudiera usar el personal empleado en la Central.

ZONA DE MANIOBRAS

La plataforma sobre la cual deben efectuar maniobra los camiones para proceder a descargar las basuras, tiene anchura suficiente para permitir dichas maniobras sin agobios de ninguna clase.

FOSO DE BASURAS

Se ha dimensionado para una capacidad hasta nivel de descarga (6.000 m³), equivalente a dos días de funcionamiento de la planta. No obstante, puede almacenarse una cantidad de basura mucho mayor, amontonando en ciertas zonas por encima del nivel de descarga.

Para evitar la salida de malos olores al exterior se efectúa por el techo del edificio del foso la toma de aire primario de combustión de los hornos.

El cobertizo de descarga y el foso están comunicados a través de 15 puertas basculantes de diseño VON ROLL, que son accionadas mediante cilindros oleoneumáticos.

GRUAS-PUENTE PARA BASURAS

Hay instaladas dos grúas-puente que recorren longitudinalmente el foso, dimensionadas de tal modo que, una sola, con la necesaria reserva de capacidad, puede alimentar 3 hornos funcionando a su carga máxima, la otra se ha previsto como reserva.

BLOQUE HORNO-CALDERA

La cuchara de las grúas descarga las basuras en las tolvas que se encuentran sobre el pozo de alimentación de hornos. La descarga de basuras dentro del pozo, forma un cierre hermético que separa el interior del horno, de la nave del foso.

La basura llega primero a la parrilla de desecación donde tiene lugar la evaporación de la humedad excesiva y donde se inicia la combustión. La combustión propiamente dicha tiene lugar en la parrilla principal y finaliza en la parrilla de combustión final.

Con la disposición de 3 parrillas escalonadas con un desnivel determinado, el emparrillado es de la máxima eficacia. Cada una de las parrillas dispone de su propio servomotor de accionamiento, cuya potencia impide cualquier bloqueo de la parrilla (potencia 5 veces mayor a la potencia necesaria normalmente). El accionamiento oleodinámico se adapta a la carga, impide una sobrecarga inadmisibles de la parrilla y permite, al mismo tiempo, la regulación eficaz de la capacidad momentánea del horno, mediante la variación progresiva del avance de las basuras, según lo requieran la composición, el peso específico, el poder calorífico y la cantidad de las mismas.

El diseño del bloque hogar-caldera, responde a la más altas exigencias que se requieren para obtener una incineración perfecta de las basuras. Por ejemplo, se ha dispuesto la caldera con sus superficies de calefacción por radiación directamente encima del emparrillado, lo cual representa un ahorro de espacio y, además, un aumento de la carga térmica admisible en comparación con calderas dispuestas detrás de los hornos, además de una mayor elasticidad de funcionamiento. Al desarrollar este diseño con un hogar de gran volumen se ha tenido en cuenta la tendencia evidente a aumentar el poder calorífico de las basuras a medida que pasa el tiempo.

La capacidad garantizada de los hornos está limitada por 2 factores, a saber:

a) La descarga mecánica del emparrillado, que ha sido dimensionado como sigue:

- carga parcial	210 Tm/24 h.
- carga nominal	360 Tm/24 h.
- carga máxima continua	400 Tm/24 h.

b) La carga térmica admisible del hogar es:

24. 10(6) Kcal/h.

Cuando el poder calorífico inferior de las basuras sea menos de 1.000 Kcal/kg. será necesario el empleo de quemadores auxiliares a gas natural, que se han instalado en previsión de que se produzca esta contingencia, pero hasta la fecha no ha sido preciso usarlos.

Los hornos pueden incinerar también lodos de clarificación de aguas negras, cuyo contenido de agua no sea mayor de 40%. Para este efecto, los hornos han sido provistos de las aberturas necesarias para los dispositivos correspondientes.

SISTEMA DE HUMOS

La presión dentro del hogar, y por supuesto, también en la caldera y en el filtro electrostático, se mantiene inferior a la presión atmosférica para evitar fugas al exterior. Para esto, se dispone de un ventilador de tiro.

Cada unidad hogar-caldera dispone de un filtro electrostático que asegura una depuración óptima que satisface las prescripciones más severas y reduce el contenido de polvo de los humos depurados a 150 mg/m³ N.

Los conductos de gases unen la caldera con el filtro electrostático; éste con el ventilador de tiro y van de aquí a la chimenea.

EVACUACION DE ESCORIAS Y CENIZAS

Los residuos de la incineración, es decir, las escorias y cenizas, son recogidos en un canal de escorias y un pozo de escorias que contienen agua, de donde son extraídos por un sistema de cadenas y enviados al foso de escorias, de donde son cargados sobre camiones o contenedores con un puente grúa que recorre la citada fosa en toda su longitud.

TURBINA DE VAPOR

El vapor producido en las calderas se lleva a un grupo turbo-alternador para la producción de energía eléctrica.

La turbina está provista de extracciones para los precalentadores de agua de alimentación y de aire primario. Para el sistema de condensación se ha previsto el empleo de agua de mar en condensadores de superficie.

AGUA DE ALIMENTACION DE LAS CALDERAS

Se produce en una estación desmineralizadora capaz de dar un caudal de agua suficiente para los tres hornos a la calidad requerida. La sociedad explotadora de la Planta dispone de un suministro de emergencia. Se ha previsto un depósito de almacenamiento de conformidad con las necesidades.

SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO

Para el sistema de enfriamiento del turbo-generador se ha previsto también el empleo de agua de mar.

Este agua de mar se toma de la balsa de Térmicas del Besós mediante una tubería subterránea siendo filtrada e impulsada mediante dos electrobombas verticales. El agua de mar una vez que ha refrigerado los condensadores es devuelta al mar a través de un canal de vertido.

El aumento de temperatura a la salida de los condensadores es del orden de 10°C.

INSTALACION ELECTRICA.

La instalación se compone del circuito de fuerza motriz para los motores del circuito de regulación y control y de la conexión de salida a la red de la sociedad explotadora de la Planta. El funcionamiento de la planta completa es vigilado desde un puesto central de control, en donde se encuentran los tableros y cuadros de mando y regulación.

La construcción de la planta de incineración de basuras descrita en una de las soluciones previstas por el Ayuntamiento de Barcelona para resolver el grave problema que le plantea la eliminación de más de 1.800 toneladas diarias de basuras dentro de unas normas de salubridad e higiene óptimas, utilizando técnicas largamente experimentadas y que garantizan los mejores resultados.

Por otra parte, al ser la primera planta de estas dimensiones y características construida en España, constituye una notable experiencia de gran utilidad para otros Municipios que adopten la incineración como solución a su problema de eliminación de basuras.

Son de resaltar los puntos siguientes en que se ha puesto especial empeño en el momento de proyectar la planta incineradora:

- a) Ausencia de malos olores procedentes del foso de basuras, al efectuarse la toma de aire primario por su parte superior con lo cual se crea una depresión en el interior del mismo
- b) Ausencia de malos olores de los humos al mantener la temperatura de la cámara de combustión alrededor de los 800°C.

- c) Contenido de polvo en los humos no superior a 150 mg/m³ N, mediante el empleo de electrofiltros.

- d) Contenido de materia orgánica en las escorias no superior al 3 por mil, conseguido mediante un adecuado diseño del horno y las parrillas que garantiza la combustión total de las basuras.

BIBLIOGRAFIA

- ACADEMIC PRESS (1983). Waste Managment Research, Volumen 1 Number 1 ISWA.
- AMALENDU BAGCHI (1990) "Desig, construction and monitoring of sanitary landfill" .John Wiley and Song U.S.A.
- ARELLANO J., A. SANCHA X. ALEGRÍA, M. SZANTO V CONGRESO IBEROAMERICANO DE RESIDUOS SOLIDOS 18 DE JUNIO, MADRID ESPAÑA (1992). "Experiencia Chilena en técnicas de protección de sitios contaminados por depósitos de residuos sólidos urbanos". Libro de Conferencia Tomo 2. Junio 1992.
- ASSOCIATION GENERALES DES HIGIENISTES ET TECHNICIENS MUNICIPAUX AGHTM, TECHNIQUE ET DOCUMENTATIO- LAVOISIER, PARIS FRANCE (1985). "Les residus urbains"
- BOLETÍN SOBRE SUELOS DE LA FAO. ROMA, 1977. INFORME ESTUDIOS FAO/PNUD. CHINA. "Reciclaje de Desechos Orgánicos en la Agricultura".
- CALVIN R. BRUNER MC GRAW HILL, INC. N.Y. USA. (1991) "Incineration, Hndbook"
- CARLOS GOMEZ GOMEZ (1995) "El análisis costo beneficio y el medio ambiente". Pág. 53, Revista Consigna Edición N° 446, año XIX. Publicación de la fundación Universitaria del área andina. Santafé de Bogotá, D.C - Colombia.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, Recovery of plastics waste. Le recyclage des déchets de matières plastiques. Núm. de catálogo CD-NA-11717-2A-C. Luxemburgo, 1988.
- CONGRESO AMBIENTAL, BIOLOGÍA MARINA. 27, 28 DE NOVIEMBRE DE 1992. INSTITUTO DE OCEANOLOGÍA UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO. "El Manejo Integral de Los residuos sólidos Urbanos"
- CONGRESO DE ING. SANITARIA (IV), SANTIAGO CHILE, 1981. PUBLICACIÓN CONGRESO AIDIS - CHILE (1981). "Estudio exploratorio para la determinación de la tarifa de aseo".
- CONGRESO DE INGENIERÍA SANITARIA, PROMA BILBAO- ESPAÑA. 22-24 DE NOVIEMBRE DE 1991. "Los líquidos Percolados del Vertedero de Meruelo Cantabria". Anuario Congreso Tomo I.
- CONGRESO DE MATERIALES Y ENERGÍA, E.T.S. INGENIEROS INDUSTRIALES SEP. 1991 TORRELAVEGA ESPAÑA. "El poder calorífico de los residuos sólidos urbanos". Publicado por la E.T.S. Ingenieros de la Universidad de Cantabria.
- CUADERNO DEL CENTRO INTERNACIONAL DE FORMACIÓN EN CIENCIAS AMBIENTALES CIFCA ESPAÑA, (986) Reseach Observer, The World Bank, Volumen 10 N°2 agosto 1995. "Residuos Sólidos plásticos, tratamiento y reciclaje". Reserch M. Sánchez 1986.

- CURSO LATINOAMERICANO DE LIMPIEZA URBANA, UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES, INSTITUTO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL (1976).
Directora Ing. Martha Alegre, Buenos Aires Argentina.
- DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y PROGRAMACION DE INVERSIONES, LC/IP/L.96 INSTITUTO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE PLANIFICACION ECONOMICA Y SOCIAL-ILPES, MAYO 1995. "Guía para la identificación y formulación de proyectos de educación".
- DOCUMENTO DE TRABAJO Nº 10 DEL SEÑOR HERNÁN DURÁN DE LA FUENTE COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE, LC/R. 1428 AGOSTO (1994). "Políticas para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos: El caso de los residuos sólidos urbanos e industriales en Chile a la luz de la experiencia internacional"
- EDITORIAL POPULAR S.A. COLECCIÓN TRABAJO SOCIAL - POLÍTICA SOCIAL. MADRID, (1989) ".Minusvalía social y empresa social marginal. Traperos de Emaús-Pamplona".
- EDWARD A. MCBEAN, FRANK A. ROVERS GRAHAM J. FARGUHAR. PRENTICE HALL PTR, ENGLEWOOD CLIFF N.J. (1995) Solid Waste Landfill Engineering and design.
- ENVASE Y ECOLOGÍA, REVISTA DEL CONSUMIDOR VASCO KONTSUMITZAILEEN ALDISKARIA Nº20, Ed. Gráfica EROSKI VIZCAYA España 1992.
- EQUIPAMIENTOS Y SERVICIOS MUNICIPALES, ENERO - FEBRERO Nº44, MADRID 1992. Utilización de vertederos controlados (II Parte).
- ESPINACE R., J. PALMA, SZANTO M. NAREA, Experiences in Chile of the sanitary landfill as foundation soil Proceedings 2º International Solid Waste Congress Madrid June 1992.
- ESPINACE R., SZANTO M. NAREA, Y OTROS. Recuperación de vertederos sanitarios. Caso vertedero experimental Limache-Chile. I Congreso de Ingeniería Sanitaria y Ambiental Proma 89. Tomo 3 pág. 135-142. Bilbao España 1989.
- EUGENE A. GLYSSON, JAMES R. PACKARD ANN ARBOR; COLLEGE OF ENGINEERING THE UNIVERSITY OF MICHIGAN (1992) The problem of solid waste disposal.
- FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS. SECCIÓN INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL (1980). Los residuos sólidos. C-23 U. de Chile.
- FONTAINE, E. (1992): "Evaluación Social de Proyectos, 8º Revisión de Ediciones. Universidad Católica de Chile. (Santiago de Chile).
- GEORGE THOBONOHOW, HILARY THEISEN, SAMUEL VIGIL "Gestion integral de residuos sólidos". Vol I, II ed. Mac Graw Hill. Interamericana de España 1994.

- GOILDMAN L. J., A. S. DAMALE, C. M. NORTHEIN, L. I. GREENFIELD, G. L. KINGSBURY, R. S. TRUESDALE. (1990) "Clay liners for waste management facilities, desing, construction and evaluation. Polution Technology rewiew N° 178, de Noyes Data Corporation 1990 USA.
- ILPES (1993) "Base metodológica para la programación y administración eficiente de la inversión pública".
- ILPES (1993) "Guía para la presentación de proyectos (ciudad de México, México).
- INSTITUTE FOR SOLID WASTES OF AMERICAN PUBLIC WOKS ASSOCIATION. MADRID, 1976. INSTITUTO DE ESTUDIOS DE ADMINISTRACIÓN LOCAL. ESPAÑA. "Tratamiento de los residuos urbanos".
- INSTITUTO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE PLANIFICACION ECONOMICA Y SOCIAL-ILPES, ENERO (1994). "Guía para la identificación y formulación de proyectos de salud, Dirección de proyectos y programación de inversiones", LC/IP/L.110.
- JARAMILLO J., F. ZEPEDA, OFICINA SANITARIA PANAMERICANA, CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE OPS/CEPIS, WASHINGTON 1991. Residuos sólidos municipales, guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales.
- JEAN-BERNARD LEROY. BREVIARIOS DEL FONDO DE CULTURA ECONOMICA 355. MEXICO, 1987 "Los desechos y su tratamiento". Traducido de la colección Que sais-je, Presses Universitaires de France. París, 1981.
- JOHN T. PFEFFER. PRENTICE HALL INTERNATIONAL SERIES IN CIVIL ENGINEERING WILLIAM J. HALL, EDITOR (1992) Solid Waste Management Engineering.
- JOSEPH S. CARRA AND RAFAELO COSSU, ACADEMIC PRESS, LONDON (1990). International Perspectives on Municipal Solid Wastes and Sanitary Ladfilling.
- JOSEPH T, SWARTZBAUGH, LUIS F. DIAZ, DONOVAN S. DUVALL, GEORGE M. SAVAGE Recycling equipement and technology for municipal solid waste, material recovery facilities, polution technology review N° 210 NCD Noyes Data Corporation usa 1993.
- JOURNAL OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING, ASCE AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS, ENVIRONMENTAL ENGINEERIN DIVISION. Vol. 121 N°4 april, 1995.
- JUDITH PETTS, CEV EDULJCE, JOHN WILEY AND SONS U.K. (1994). "Environmental Impact Assessment for waste treatment and dispose facilities"
- LIZZI AANDERSEN AND JEANE MOLLER, VOL Y, II. ACADEMIC PRESS LONDON (1988). Solid Waste Conference ISWA 88 proceeding.

- LÓPEZ GARRIDO J., F. M. VIDAL, J. PEREIRA MARTÍNEZ. BARCELONA (1975). "Basura urbana. Recogida, eliminación y reciclaje". Editores Técnicos Asociados, S.A.
- MATTI ETTALA, HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, LABORATORY OF HIDROLOGY AND WATER RESOURCES, MANAGEMENT REPORT OTANIEMI, (1982). Short-rotation tree plantations and hidrological aspects in lanfill management.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT.FÉDÉRATION NATIONALE DES ACTIVITÉS DU DÉCHET. AGENCE NATIONALE POUR LA RÉCUPÉRATION ET L'ELIMINATION DES DÉCHETS. "Eliminación de residuos sólidos urbanos. Técnicas francesas". Colección "Label France". 1985
- MUNASINGHE MOHAN (1995). "Aspectos ambientales y decisiones económicas en los países en desarrollo". Pág. 7, Revista Consigna Edición N° 446, año XIX. Publicación de la fundación Universitaria del área andina. Santafé de Bogotá, D.C - Colombia.
- MUÑOZ A. SÁNCHEZ, MADRID, 1980. ED. CIFCA. Residuos Sólidos Plásticos. Tratamiento y Reciclado.
- NIVALDO RICCI, SZANTO M., TEJERO I., "Foresta vertederos" .Revista RETEMA N°15, pág. 39-46. Marzo-Abril 1990
- OTERO, LUIS DEL PERAL, MOPT, MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE, UNIDADES TEMATICAS MEDIOMABIENTALES DE LA SECRETARIA DE ESTADO PARA LA POLÍTICA DEL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE. (1992.) "Residuos sólidos urbanos".
- PALMA, JUAN. TESIS DOCTORAL, UNIVERSIDAD DE CANTABRIA, ESCUELA TÉCNICO SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS, SANTANDER ESPAÑA (1995) "Comportamiento geotécnico de vertederos controlados de residuos sólidos urbanos"
- PLASTIC WASTE MANAGEMENT INSTITUTE. "Plastic Waste, Resource Recovery and Recycling in Japan". Fukide Bldg. 1-13,4 chome, Toranomom, Minato-ku, Tokio, 1985.
- POLUTION TECHNOLOGY REVIEW N°185 NDC, NOYES DATA CORPORATION U.S.A. (1990). "How to meet requirements for hardzarous Waste Landfill. Design, construction and Closure, Enviromental Protectum Agency E.P.A.
- PROCEEDING SARDINIA ITALIA 93 CISA ,OCTUBRE (1993). Characteristics and treatment of leachates in the "Meruelo landfill" Spain. Pág. 1033-1043.
- PUBLICACIÓN ECC - UCV (1980). "Estudio del manejo integral de los residuos sólidos urbanos de la Provincia de Quillota.
- REFIUTI SOLIDI, REVISTA TECNICO-SCIENTIFICA. Vol. IX N°2 Marzo-Aprile De. CIPA Milano Italia 1995.

- RESIDUOS, REVISTA TÉCNICA, MEDIO AMBIENTE. Año V N°24 (Mayo). Bilbao España, Junio 1995.
- ROBIN FELL, TONY PHILLIPS, CHARLES GERRARD A.A. BALKEMA/ROTTERDAM/BROOKFIELD, NETHERLAND (1993). "Geotechnical Management of waste and contamination"
- SALOMONS W. U. FORSTNER, SPRING VERLAG, BERLIN (1988). Chemsistry and biology of solid waste.
- SALOMONS W. U. FORSTNER, SPRING VERLAG, BERLIN (1988). Environmental management of solid waste.
- SHUMACHER EDITED, BY M.M. NOYES DATA CORPORATIN, NEW JERSEY USA- (1983). "Landfill methane recovery".
- SUB SECRETARÍA DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE. SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA, SERVICIO DE PUBLICACIONES (1992). "Gestión de Residuos Sólidos Urbanos 2ª Edición, MOPU".
- SZANTO M. NAREA, I CONGRESO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, PROMA 89. "Rellenos sanitarios, operación y mantenimiento". Tomo 3 pag. 127-134. Bilabao-España 1989.
- SZANTO M. NAREA, A. HERNÁNDEZ, G. LÓPEZ. (June 1992) "A study of the composition of city refuse in Madrid" Proceedings 2º International Solid Waste Congess Madrid Spain.
- SZANTO M. NAREA, C. DEL MORAL. I CONGRESO INTERNACIONAL DE QUÍMICA DE LA ANQUE, TENERIFE DICIEMBRE (1990). "Caracterización de los residuos sólidos de Cantabria". Química e industria vol. 36 pág. 795. 1990.
- SZANTO M. NAREA, I CONGRESO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, PROMA 89 "Los vertederos sanitariamente controlados". Tomo 3 pág. 7-15. Bilabao España 1989.
- SZANTO M. NAREA, I CONGRESO INTERNACIONAL DE QUÍMICA DE LA ANQUE, TENERIFE DICIEMBRE (1990). "Estudio de los lixiviados producidos en el vertedero de Meruelo-Cantabria". Revista Química e Industria vol 36 pág. 795. Sept. 1990.
- SZANTO M. NAREA, I. TEJERO Y OTROS PROCEEDINGS PAG.1962-1969. 2º INTERNATINAL SOLID WASTE CONGESS MADRID JUNE (1992) The Characterization Of solid City Waste in Cantabria-Spain.
- SZANTO M. NAREA, IÑAKI TEJERO MONZÓN "La evolución de la evacuación final de los residuos sólidos urbanos". CEUMT 36-47 N°112-1°13 Dic. Enero 1989/1990.
- SZANTO M., SIMPOSIUM INTERUNIVERSITARIO SOBRE ENERGÍA, OCTUBRE, 1982. "Pautas de diseño de un relleno sanitario, potencial generador de gas metano". Publicado Talleres U.C.V., Ediciones Universitaria, Valparaíso Chile, 1982.

- SZANTO M., ESCUELA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, ESPAÑA (1985). Balance hidrológico de un vertedero controlado (Monografía). III Curso Intensivo de Hidrología. Publicación del Instituto de Hidrología.
- SZANTO M., PUBLICACIÓN UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS. (1987). Optimización energética del vertedero controlado frente a la contaminación de las aguas. (Tesis Doctoral).
- SZANTO M., PUBLICACIÓN UNIVERSIDAD SANTIAGO DE COMPOSTELA SEMINARIO TÉCNICO DEPARTAMENTO INGENIERÍA QUÍMICA. FUNDACIÓN UNIVERSIDAD EMPRESA UNIVERSIDAD GALLEGA. (1991) "Diseño, operación y Control de Vertederos de Residuos Sólidos Urbanos". Santiago de Compostela España Julio de 1991.
- SZANTO M., REVISTA EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS MUNICIPALES (ASOCIACIÓN DE ING. MUNICIPALES DE ESPAÑA) "Estudio de la Caracterización de los lixiviados del vertedero de Meruelo (Cantabria-España). Nº 41 pág. 9-12. Julio - Agosto 1991.
- SZANTO M., REVISTA TÉCNICA DE MEDIO AMBIENTE RETEMA. "Tipos de Diseño y material de sellos de impermeabilización para rellenos sanitarios". Nº21 Marzo - Abril 1991 pág. 61-70.
- SZANTO M., REVISTA TÉCNICA RESIDUOS "La Recuperación de Residuos sólidos urbanos por transformación biológica". Pág. 46-58 España Junio-Julio 1991.
- SZANTO M., SEGUNDO CONGRESO AMBIENTAL Y PRIMERA REUNIÓN NACIONAL DE BIOLOGÍA MARINA DE CHILE, UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO CHILE, AGOSTO (1993). "Impacto ambiental por desechos sólidos urbanos".
- SZANTO M., UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS, MADRID, ESPAÑA (1984). "Aprovechamiento energético de los residuos sólidos urbanos." Monografía C.I.S./1984.
- TEJERO I. M., SZANTO M. NAREA, R.DIAZ, REVISTA EQUIPAMIENTO Y TÉCNICAS MUNICIPALES, "Tratamiento de Los lixiviados de vertederos controlados" Nº30 pág. 65-74. Sep. Oct. 1989.
- THOMAS H. CHRISTENSEN, RAFFAELLO COSSU, RAIVER STEVENSON, ACADEMIC PRESS, SAN DIEGO (1989). Sanitary landfilling, process, technology and Enviromental Impact.
- U. POLITÉCNICA DE MADRID, ESC. TÉC. SUP. DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS, MADRID, ESPAÑA 1985 C.I.S./1985. Recursos energéticos e industrial de los residuos urbanos mediante su reciclaje (Monografía).
- UNDA OPAZO, SALINAS CORDERO, UTHEA, MEXICO. (1989) "Ingeniería Sanitaria y ambiental"

Bibliografía

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO, FAC. DE ING. E.C.C. (1983) Comentario sobre el impacto de los desechos sólidos en el ambiente. Monografía No 2.

WILLIAM FOSTER, INSTITUTO DE ESTUDIOS DE ADMINISTRACION LOCAL MADRID ESPAÑA 1979. Ingeniería urbana y servicios técnicos municipales.

ANEXO 1

GUIA DE DIAGNOSTICO

MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS

LA PRESENTE GUIA PARA LA ELABORACION DE DIAGNOSTICO DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS ES UNA PARTE DE LA GUIA TOTAL ELABORADA EN EL CATEDRA DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL DE LA ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS.

AGRADEZCO A LA PROFESORA DRA. GLORIA LOPEZ FERNANDEZ, QUE CONSIDERO CO-AUTORA DE ESTE TRABAJO.

GUIA DE DIAGNOSTICO

PROPOSITO DE LA GUIA DE DIAGNOSTICO

Siempre ha sido dificultosa la recolección de información referida a los servicios básicos de Saneamiento. Al desconocerse los verdaderos alcances de la búsqueda de datos, se profundizan algunos aspectos, olvidándose otros, pero en general resulta muy difícil el procesamiento y el estudio de alternativas de solución a problemas específicos.

La guía que se presenta pretende subsanar aquellos errores de todos conocidos, a la vez que tiende a uniformar el tipo de datos necesarios para proyectar y diseñar, organizar y controlar.

Cada tema conforma un capítulo independiente, de tal modo que puede aplicarse para conocer un sólo aspecto del servicio. Por ello, datos básicos de la localidad se repiten al referirse a Recolección, a Disposición final de basuras y a Aspectos Institucionales (Organización, Administración, Legislación y Presupuesto). La guía para Residuos Hospitalarios se presenta para su aplicación en cada establecimiento; sólo del conjunto de datos así obtenidos podrá tenerse el diagnóstico de la Localidad.

Se espera que esta Guía sea de utilidad para los técnicos que deben enfrentar proyectos de manejo de residuos sólidos.

La guía es suficientemente explícita no necesitando para aplicada, conocimientos especiales, ni indicaciones específicas.

La elaboración de esta guía se inicia en el curso Latinoamericano de residuos a cargo de la Dra. Martha Alegre. Luego y en gran parte la perfeccionó la profesora Dra. Gloria López Fernández profesora Titular de la Escuela de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid, bajo la dirección del Profesor Dr. Marcel Szanto Narea responsable del módulo de residuos sólidos urbanos del Master en contaminación ambiental, cursos de residuos sólidos del fondo Europeo, dictados por la Cátedra de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la E.T.S. Ingenieros de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid.- España

La guía plantea 3 tipos de preguntas :

- 1.- **Se plantean distintos alternativas.** Precediendo a su enunciado, se ubican 2 cuadros de SI-NO para tildar o marcar el que corresponda. No debe dejarse ninguno sin marcar. Si la alternativa correcta no se enuncia, debe tildarse o marcarse Si en otras y explicitaria.
- 2.- **Se trata de preguntas concretas referidas a cantidad.** Existe un espacio o cuadro en que de contestarse respetando la unidad de medida enunciada.
- 3.- **Se trata de preguntas abiertas.** La contestación se hace en los renglones que al efecto se ha dejado. Si los mismos no alcanzan se debe continuar en una hoja aparte enunciando el tema y número y / o letra de la pregunta.

En algunos casos se solicitan informes y documentación que por su volumen no pueden contestarse en la guía, debe adjuntarse la información, planos y aclaraciones por separado, enunciando el tema y número y / o letra del pedido.

ORGANIZACION DE SERVICIOS PUBLICOS A NIVEL LOCAL

- ¿Cuál es la ubicación de los Servicios de Recolección y disposición de basuras dentro del organigrama de Servicios Públicos?

- ¿Cuál es la organización técnico administrativa de los servicios de eliminación de basuras?
 - Adjuntar organigrama e indicar las funciones de cada sección en hoja aparte.
 - Contestar las siguientes preguntas

- a. SI ____ NO ____ Es el organismo el prestatario del servicio?

- b. SI ____ NO ____ Realiza el control de la prestación ?

- c. SI ____ NO ____ Realiza el adiestramiento de personal previo al trabajo ?

- d. SI ____ NO ____ Realiza el adiestramiento de personal en servicio ?

- e. SI ____ NO ____ Cumple tareas de Investigación De qué tipo?
Detallar en hoja aparte.

- f. SI ____ NO ____ Recibe asesoramiento de otros organismos para el cumplimiento de sus funciones ? Indicar el organismo

Referido a la Legislación de apoyo.

I Precisar en hoja aparte, las normas constitucionales, referidas a saneamiento y a eliminación de residuos sólidos.

II Contestar las siguientes preguntas :

- a. SI ____ NO ____ Existe legislación nacional o provincial referida a protección del ambiente.
- b. SI ____ NO ____ A organización de los servicios prestatarios ?
- c. SI ____ NO ____ A la delegación de función a nivel local ?

III. Local: ¿ Qué ordenanzas de tipo general, técnico y administrativo tienen vigencia en el Municipio respecto al servicio de eliminación de basuras ? . Detallar en hoja aparte.

Referido al personal técnico y administrativo del Organismo.

a. Indicar el número de técnicos y su especialización

b. Indicar el número de personal administrativo

Indicar si existe coordinación con los siguientes organismos:

- a. SI ____ NO ____ Planificación (inserción en planes Regionales, Provinciales y Nacionales).
- b. SI ____ NO ____ Transporte y urbanización (Planes reguladores).
- c. SI ____ NO ____ Recursos naturales (previsión | para recuperación de materiales Normas para protección del medio).
- d. SI ____ NO ____ Agricultura y ganadería (expansión, residuos y tratamiento)

Referido a financiación y organización financiera.

Cuál es la política tarifaria del municipal ?

Qué forma de ingreso existe en el Municipio para afrontar los gastos del servicio ?

- a. SI ____ NO ____ Tasas, Impuestos, Multas, etc.
- b. SI ____ NO ____ Créditos comunes.
- c. SI ____ NO ____ Subsidios Provinciales, Nacionales.
- d. SI ____ NO ____ Otras - Detallar _____

Respecto al costo de los servicios :

I Si la prestación es contratada, indicar la forma de pago: para la recolección (Km/día, calle / día, ton / o Km /día, etc.)

II Para disposición (ton, m³, etc).

III Cuáles son los controles técnicos, administrativos y financieros de prestación del servicio Municipal y / o contratado ?

Describir en hoja aparte.

Existen formas especiales de financiación del servicio.

- a. SI NO Nacionales
- b. SI NO Internacionales
- c. SI NO Otras - Detallar _____

De las Universidades. Indicar qué funciones cumplen en relación a limpieza urbana.

- a. SI NO Estudios especiales.
- b. SI NO Adiestramiento.

Otros - Detallar _____

2. ORGANIZACION DE SERVICIOS PUBLICOS INTERMUNICIPALES

Cuál es la organización de los Servicios de recolección y disposición de basuras intermunicipales?

Adjuntar organigrama e indicar las funciones de cada sección en hoja aparte.

Contestar las siguientes preguntas :

- a. SI ____ NO ____ Es el organismo el prestatario del servicio ?
- b. SI ____ NO ____ Realiza el control de la prestación.
- c. Quién lo presta ? Indicar

- d. SI ____ NO ____ Realiza adiestramiento de personal previo al trabajo?
- e. SI ____ NO ____ Realiza el adiestramiento de personal en servicio ?
- f. SI ____ NO ____ Cumple tareas de investigación ?
- g. SI ____ NO ____ Recibe asesoramiento de otro organismo para el cumplimiento de sus funciones ? Indicar el organismo

Respecto a la participación de los municipios en la organización.

- a. SI ____ NO ____ Funciona la organización como ente autónomo fuera de los municipios ?
- b. SI ____ NO ____ Es una dependencia administrativa de un municipio ?

c. SI ___ NO ___ Funciona como un consorcio intermunicipal?

d. SI ___ NO ___ Otras formas de organización detallar

Referido a la legislación de apoyo.

I Precisar en hoja aparte las normas constitucionales referidas a saneamiento y a eliminación de residuos.

II Contestar las siguientes preguntas :

a. SI ___ NO ___ Existe legislación Nacional o Provincial referida a protección del ambiente ?

b. SI ___ NO ___ A organización de grupos intermunicipales?

c. SI ___ NO ___ A delegación de funciones ?

III Qué ordenanzas de tipo general, técnico y administrativo tienen vigencia en cada municipio interviniente. Detallar en hoja aparte.

Referido al personal técnico y administrativo. Indicar el número de técnicos y administrativos en la organización:

a) De los municipios intervinientes

b) Contratados

c) Otros

Existe coordinación con otros organismos ?

- a. SI ____ NO ____ Provinciales ?
- b. SI ____ NO ____ Regionales ?
- c. SI ____ NO ____ Nacionales ?
- d. Indicar el organismo y sus funciones

Referido a financiación y organización financiera.

- a. Qué formas de ingreso tiene el organismo intermunicipal ?
Detallarlos

EMPRESA

Respecto a la organización del Servicio.

Cuál es el área de acción ?

- a. SI ____ NO ____ Es provincial ?
- b. SI ____ NO ____ Es Municipal ?
- c. SI ____ NO ____ Es Intermunicipal ?

En qué forma se ha constituido el capital de la Empresa?

- a. SI ____ NO ____ Contribución del Estado ?
- b. SI ____ NO ____ Contribución de los Municipios ?
- c. SI ____ NO ____ Aporte de capitales privados.
- d. SI ____ NO ____ Otras contribuciones. Detallar

Cuál es la base jurídica de la formación de la Empresa ?

Adjuntar Organigrama. Indicar misión y funciones de cada unidad en hoja aparte.

Respecto del manual de organización.

- a. SI ____ NO ____ Existe ?
- b. SI ____ NO ____ Está actualizado ? Qué funciones detalla el manual
- c. SI ____ NO ____ Planeamiento
- d. SI ____ NO ____ Financiación
- e. SI ____ NO ____ Administración
- f. SI ____ NO ____ Operación
- g. SI ____ NO ____ Otras - Detallar

Referido a financiación y organización financiera.

Cuál es la política tarifaria ? - Detallar

RECOLECCION

1. DATOS GENERALES DE LA LOCALIDAD

1.1. Nombre _____

1.2. Departamento _____

Provincia _____

1.3. Población e índice de crecimiento de la localidad (indicar la fuente del dato y el año)

1.3.1. Índice de crecimiento por zonas de la localidad

1.4. Actividad de la población. Cuál es la actividad predominante ?

SI	NO
----	----

Industrial

SI	NO
----	----

Agrícola

SI	NO
----	----

Residencial

SI	NO
----	----

Otra - Detallar

1.4.1. Referido al crecimiento industrial, reseñar en hoja aparte las leyes limitativas que tenga la localidad, así como plan regulador.

1.4.2. Referido al clima, indicar:

a) Régimen de lluvias y promedios de lluvia anual

b) temperaturas promedio estacional _____

1.5. Adjuntar juego de planos de la localidad donde conste:

- a) plan regulador de la localidad
- b) demarcación de las distintas zonas (residencial, comercial e industrial).
- c) calles afirmadas (pavimento, hormigón, empedrado).
actual extensión prevista.
- d) sentido de circulación de calles y avenidas.
- e) indicar claramente calles cortadas por vías férreas, arroyos, etc. señalando además puentes y/o barreras.
- f) topografía de la ciudad (elevaciones, ríos, arroyos, depresiones, etc.).
- g) densidad de población de las distintas zonas o sectores (Nº de habitantes/hectáreas)

h) número total de calles (tramo entre calles consecutivas) de la planta urbana :

h₁) número de calles afirmadas (de circulación en tiempo de lluvias)

h₂) número de calles de tierra _____

2. DATOS DE LA RECOLECCION DE RESIDUOS DOMICILIARIOS

2.1. Cuál es la cantidad de residuos domiciliarios recolectados diariamente en la localidad?

_____ m³ / día y/o _____ Ton/día

(Indicar metodología y facilidades para las mediciones).

2.2. Qué porcentaje de la población cuenta con servicio de recolección de residuos domiciliarios ?

2.4. Qué ordenanzas existen sobre la circulación en calles de tierra durante días de lluvia y subsiguientes ?

2.5. Cuál es la frecuencia actual del servicio de recolección ?

a. SI _____ NO _____ Diaria

b. SI _____ NO _____ VV / semana (indicar N° veces por semana).

c. SI _____ NO _____ Según las zonas - detallar

2.6 Acompañar un juego de planos donde conste :

a) Area con servicios de recolección

II Si es municipal, indicar.

1. Número y características de los vehículos recolectores (en hoja aparte), camión compactador (detallar tipo).camión abierto.

2. Personal a cargo del servicio.

a) Número total de conductores (choferes)

b) Número total de cargadores :

2.2 Número y características de los vehículos recolectores:

Camión compactador

Camión abierto

3. DATOS DE LA LIMPIEZA DE CALLES Y BARRIDO

3.1 Cuál es la cantidad de residuos provenientes de limpieza de calles y barrido ?

_____ m³ / día Y/O _____ Ton/día

(Indicar metodología de las mediciones)

3.2 Cuál es el porcentaje de la población con servicio de barrido de calles ?

3.3 Especificar que servicios se cumplen en la vía pública de responsabilidad del organismo Municipal de limpieza.

3.4 Cuál es la frecuencia del servicio de barrido ?

SI _____ NO _____ Diaria

SI _____ NO _____ Variable

según las zonas (detallar)

SI _____ NO _____ / semana

3.5 Acompañar juego de planos donde conste :

- a) Area de servicio de barrido de calles.
actual ampliación prevista

3.6 Es el servicio de barrido y limpieza de calles

SI _____ NO _____ Municipal ?

SI _____ NO _____ Contratado ?

SI _____ NO _____ Mixto ?

I **Municipal**

1. Barrido mecánico

1.1 Indicar en hoja aparte el número de motobarredoras, marca, modelo, estado de conservación, número de veces que c /equipo descarga y forma de traslado hasta el lugar de disposición final.

1.2 Número de calles barridas con este sistema

2. **Barrido normal :**

2.1 Número de calles barridas por c/ barrendero

- 2.2 Número de barrenderos _____
- 2.3 Indicar en hoja aparte las características de los implementos utilizados.
- 2.4 Cantidad de camiones para recoger los montones _____
- 2.5 Dotación de cada camión _____

II. **Contratado**

- 1. Adjuntar pliego de condiciones.
- 2. Indicar en hoja a parte el sistema de control del servicio.
- 3. Número de calles barridas manualmente _____
- 4. Número de barrenderos _____
- 5. Número de camiones para recoger montones
- 6. Dotación de cada camión _____
- 7. Sistema de traslado hasta el lugar de disposición final

4. DATOS DE LA RECOLECCION DE RESIDUOS INDUSTRIALES Y / O ESPECIALES

4.1 Adjuntar Ordenanzas, decretos y / o disposiciones existentes sobre almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos provenientes de :

- a) Ferias y mercados
- b) Hospitales y establecimientos asistenciales.
- c) Industrias.
- d) comercios

4.2 Las industrias, ferias, mercados, comercios, establecimientos asistenciales, realizan el traslado de los residuos producidos como consecuencia de sus actividades específicas a los lugares habilitados para su disposición final ?

SI _____ NO _____

SI _____ NO _____ son eliminados in situ ?

4.3 Qué organismo municipal se encarga del control de la correcta realización de las tareas del apartado 4.2.

4.4 SI _____ NO _____ El municipio se encarga del transporte de los residuos industriales ?

DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS

1. DATOS GENERALES DE LA LOCALIDAD

1.1 Nombre _____

1.2 Partido o Departamento _____

1.3 Población índice de crecimiento de la localidad (indicar fuente de información y año)

1.3.1 Índice de crecimiento por zonas de la localidad

1.4 Actividad principal de la localidad

SI _____ NO _____ industrial

SI _____ NO _____ agrícola

SI _____ NO _____ residencial

SI _____ NO _____ otra - detallar

2. DATOS DE LA RECOLECCION DE BASURAS

2.1 Cantidad diaria de basura recolectada (promedio semanal)

2.1.1 Domiciliario : _____ toneladas

2.1.2 De barrido y limpieza de calles _____ toneladas

2.1.3 Residuos especiales

a. de ferias y mercados : _____ toneladas

b. de hospitales y centros asistenciales: _____ toneladas.

c. residuos industriales : _____ toneladas

d. residuos comerciales : _____ toneladas

e. otros - detallar : _____ toneladas

_____ toneladas

_____ toneladas

Indicar metodología y facilidades para las mediciones

3. DATOS SOBRE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

3.1 Cuáles son los métodos actualmente en uso de la localidad

- a. SI _____ NO _____ relleno sanitario
- b. SI _____ NO _____ compostaje o transformación biológica.
- c. SI _____ NO _____ incineración
- d. SI _____ NO _____ basural a cielo abierto
- e. SI _____ NO _____ otros - detallar

3.2 Contestar las preguntas y adjuntar la documentación solicitada según el método de disposición utilizado.

3.2.1 Relleno sanitario

- a. Adjuntar un plano de la localidad con la ubicación del o de los rellenos sanitarios y los respectivos caminos de acceso.
- b. Describir someramente las características topográficamente de la región, en general y de la zona de relleno, en partículas. Hacerlo en hoja aparte.
- c. Indicar los tipos de suelos de la zona de relleno (capa vegetal, arenoso, arcilloso, etc.)

- d. Precisar la profundidad de la napa freática en la zona de relleno.

- e. Indicar la fecha de iniciación de los trabajos de relleno.

- f. Cuál ha sido la superficie rellenada hasta la fecha ?
_____ m²
- g. Qué cantidad aproximada de basura ha sido dispuesta desde la iniciación de los trabajos ?
_____ m² _____ ton
- h. Qué tipo de controles de contaminación de agua subterránea y superficial se efectúan, con qué frecuencia y con que tipo de equipo ? Indicarlos en hoja aparte, en forma somera, junto con las conclusiones a que hubieran dado lugar los resultados obtenidos.
- i. Qué inconvenientes se han presentado en la tareas de
 - i1. Organización administrativa ?

 - i2. Operación del relleno sanitario ?

 - i3. Control del relleno ?

3.2.2 **Incineración** (basura domiciliaria)

- a. Adjuntar un plano de la localidad con la ubicación de las usinas incineradoras y los respectivos caminos de acceso.
- b. Describir someramente en hoja aparte, el proceso de incineración así como las características de funcionamiento, año de construcción y de puesta en marcha.

- c. Cuál es la capacidad real de las usinas?(ton/día)

DISEÑO REAL

Usina 1 _____

Usina 2 _____

- d. Si existen datos sobre composición de basuras y poder calorífico, acompañarlos en hoja aparte.
- e. Indicar las funciones del personal de operación y mantenimiento de las usinas, en hoja aparte.
- f. Número de personal de dirección y de operación y carga horaria.

- g1. Qué sistema de control del efluente gaseoso existe ?

- g2. Indicar el resultado de las últimas mediciones efectuadas sobre la emisión

- h1. Qué cantidad de residuos resultan de la combustión _____ ton.

Ello significa una reducción del material quemado del _____ %.

- h2. Cuál es el destino final de los residuos resultantes de la combustión ?

- h3 SI _____ NO _____ Se recuperan materiales durante el proceso?

Cuáles materiales _____
Qué sistema de comercialización se emplea?

- SI _____ NO _____ Venta directa
- SI _____ NO _____ Otros - detallar _____

3.2.3 **Estabilización biológica** (composting)

3.2.3.1. por parvas

- a. Cuál es la superficie del terreno utilizado ?
_____ m².
- b. Qué obras de infraestructura se han montado ?
- SI _____ NO _____ Caminos de acceso - longitud _____ km
Material de cubierta _____
- SI _____ NO _____ Oficina para control
- d. Describir someramente en hoja aparte la forma de trabajo.

e. Si hay recuperación de materiales previa a la formación de la parva, contestar las siguientes preguntas:

e1. Cuál es el tipo y cantidad de dichos materiales.

Tipo	Cantidad (Kg /día) % del total de basura
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

e2. Cuál es la forma de comercialización ?

SI _____ NO _____ Venta directa

SI _____ NO _____ Otras - detallar

f. Si hay trituración de basura, indicar :

f1. Tipo de equipo

f2. Tamaño final de partícula :

g. Cuál es el tamaño de parva ?

h. Qué cantidad de basura se emplea en cada parva ?

_____ ton. ó _____ m³.

i. Si existen remanentes o materiales recuperados, Cuál es su destino ?

SI _____ NO _____ Venta

SI _____ NO _____ Relleno sanitario

SI _____ NO _____ Otros - Detallar _____

j. Según el último estudio de costos realizado, cuánto es el costo del material estabilizado por ton. ?

RESIDUOS SOLIDOS ESPECIALES (PROVENIENTES DE HOSPITALES)

1. DATOS GENERALES DEL ESTABLECIMIENTO

1.1 Nombre _____

1.2 Ubicación _____

1.2.1. Dirección _____

1.2.2. Localidad _____

1.2.3. Provincia (Estado o Gobernación) _____

1.3. Cuál es la jurisdicción administrativa ?

- | | | | |
|----|----------|----------|----------------|
| a. | SI _____ | NO _____ | Nacional |
| b. | SI _____ | NO _____ | Provincial |
| c. | SI _____ | NO _____ | Municipal |
| d. | SI _____ | NO _____ | Mutual |
| e. | SI _____ | NO _____ | Regional |
| f. | SI _____ | NO _____ | Estatat |
| g. | SI _____ | NO _____ | Gobernación |
| h. | SI _____ | NO _____ | Otra - Indicar |

1.4. Qué servicios Asistenciales se prestan ?

- a. SI _____ NO _____ Internación
- b. SI _____ NO _____ Cirugía
- c. SI _____ NO _____ Laboratorio
- d. SI _____ NO _____ Traumatología
- e. SI _____ NO _____ Maternidad
- f. SI _____ NO _____ Clínica externa
- g. SI _____ NO _____ Farmacia
- h. SI _____ NO _____ Otros - Indicar

1.5. Cuál es el número de personal _____

1.6. Referido a las plantas del edificio :

a. Cuál es la superficie cubierta de P.B. _____ m².

2. PRODUCCION Y RETIRO DE RESIDUOS

2.1 Qué cantidad de residuos son producidos diariamente ?
(Promedio semanal como mínimo)

- a. Proveniente de la cocina _____ Kg / día
- b. De tipo patológico _____ Kg / día de operaciones, de curaciones, yesos, etc.
- c. De limpieza _____ Kg / día
- d. Cenizas _____ Kg / día
- e. Otros (indicar) _____

2.2 Cómo se almacenan los residuos hasta su eliminación o retiro ?

- a. SI _____ NO _____ En local cerrado
- b. SI _____ NO _____ Al aire libre
- c. SI _____ NO _____ Otras - formas - indicar

d. Referido a los recipientes utilizados especificar

Cantidad _____ Material _____

Tamaño _____ Con tapa ? _____

2.3. Cómo se retiran los residuos y / o cenizas ?

- a. SI _____ NO _____ Con camiones municipales.
- b. SI _____ NO _____ En camiones privados.
- c. SI _____ NO _____ Otras - formas
- d. SI _____ NO _____ diaria

- e. SI _____ NO _____ día por medio
- f. SI _____ NO _____ semanal
- g. SI _____ NO _____ quincenal
- h. SI _____ NO _____ mensual
- i. SI _____ NO _____ otra frecuencia - indicar

3. DISPOSICION DE RESIDUOS

3.1. Horno incinerador

- a. SI _____ NO _____ Posee horno incinerador ?
- b. Cómo es su funcionamiento?
_____ bueno _____ regular _____ malo
- c. SI _____ NO _____ El personal que opera el horno es especializado?
- d. Cuál es el estado del horno ?
- d.1. Respecto a ladrillos comunes
_____ bueno _____ regular _____ malo
- d.2. " " " refractarios
_____ bueno _____ regular _____ malo
- d.3. " a grillas
_____ bueno _____ regular _____ malo
- d.4. " a conductos de humo
_____ bueno _____ regular _____ malo
- e. Cómo es el sistema de carga ?
- e1. SI _____ NO _____ Por la puerta
- e2. SI _____ NO _____ Por el conducto

f. Cómo se produce la combustión ?

f1. SI _____ NO _____ Con los mismos residuos

f2. SI _____ NO _____ A leña

f3. SI _____ NO _____ Con quemadores

f4. Cuál es el estado de los quemadores ?

_____ bueno _____ regular _____ malo

f5. Qué combustible se usa ?

_____ gas natural _____ gas envasado _____ fuel oil

3.2. Existen trituradores de residuos ?

a. SI _____ NO _____ En la cocina

b. SI _____ NO _____ En el laboratorio

c. SI _____ NO _____ En los quirófanos

d. En otras dependencias ? Indicar _____

3.3. Existen compactadoras de residuos ?

a. SI _____ NO _____ En la cocina

b. SI _____ NO _____ En el laboratorio

c. SI _____ NO _____ En los quirófanos

d. SI _____ NO _____ En otras dependencias.
Indicar _____

3.4. Se entierran residuos en el establecimiento ?

SI _____ NO _____

3.5. Se comercializan los residuos ?

- a. SI _____ NO _____ Venta de vidrios
- b. SI _____ NO _____ Venta de latas
- c. SI _____ NO _____ Venta de papel
- d. SI _____ NO _____ Venta de plásticos
- e. SI _____ NO _____ Venta de residuos de cocina
- f. SI _____ NO _____ Se utilizan restos de comida como alimento de animales ?

RECUPERACION - RECICLAJE - RESIDUOS INDUSTRIALES

A. DEPOSITO DE MATERIALES

1. UBICACION

Dirección del depósito _____
Ciudad _____
Provincia _____

2. MATERIALES QUE RECIBE, PROCEDENCIA, CALIDAD Y % POR PROCEDENCIA

Calidad (ejemplo : papel diario, papel de oficina, limpio, sucio).

2.1.	Procedencia	Calidad	% del total de Ingreso
	Papel 1 -----	-----	-----
	2 -----	-----	-----
	3 -----	-----	-----
	4 -----	-----	-----
	5 -----	-----	-----
	6 -----	-----	-----

Si, fuera necesario, continuar en otra hoja.

2.2. Cartón 1 -----

3. Clasificación del material

Qué tipo de clasificación se realiza y con que elementos ? Ej. papel de diario, a mano, papel limpio, tamaño, vidrios blancos y de color, papel, trapos limpios, de algodón, lana, aluminio, bronce, aleaciones, etc.

3.1. Papel

3.2. Cartón

3.3. Trapos

3.4. Vidrios

3.5. Plásticos

3.6. Metales ferrosos

3.7. Metales no ferrosos

3.8. Envases de aerosol

3.9. Otros materiales (especificar)

C. INDUSTRIA PAPELERA

1. UBICACION

Dirección de la Industria

Ciudad

Provincia

2.0. PRODUCCION INDUSTRIAL

2.1. Producción total de material terminado en Kg / día ó ton / mes ó unidad / mes. Si fuera posible, discriminar en hoja aparte, los distintos productos obtenidos

2.2. Producción de material terminado obtenido a partir de productos recuperados. Si fuera posible, discriminar en hoja aparte, los distintos productos obtenidos.

3.0. RESIDUOS SOLIDOS Y SEMISOLIDOS DE LA INDUSTRIA

3.1. Tipode residuos:

3.2. Calidad de los residuos

3.3. Cantidad promedio en Kg / mes ó Kg / día

3.4. Destino final de esos residuos

3.5. Probables industrias que insumir esos residuos

E. INDUSTRIA DE FUNDICION Y MECANIZACION

1.0 UBICACION

Dirección de la Industria

Ciudad

Provincia

2.0 MATERIAL RECUPERADO QUE RECIBE

2.1. Chatarra

2.1.1. Procedencia

2.1.2. Calidad

2.1.3. Cantidad promedio (ton / día y ton / mes)

2.2. Trapos

2.2.1 Procedencia

2.2.2. Calidad

2.2.3. Cantidad promedio (ton / día ó ton / mes)

2.3.0. Otros insumos sólidos o semisólidos provenientes del recuperado de residuos sólidos (indicarlos)

2.3.1. Cantidad promedio (Kg /día ó ton / mes)

2.3.2. Calidad

2.3.3. Cantidad promedio (Kg / día ó ton / mes)

3.0. RESIDUOS SOLIDOS DE LA INDUSTRIA

3.1. Cantidad promedio en Kg / día ó ton / mes de limaduras y virutas

3.2. Destino de esos residuos

3.3. Industrias que insumen esos residuos

3.4. Cantidad promedio en Kg / día ó ton / mes de fundición y material de rechazo

3.5. Destino de los residuos de fundición y material de rechazo

3.6. Industrias que insumen los residuos de fundición y material de rechazo

RESIDUOS PORTUARIOS

Quién realiza la recogida :

a) Doméstica _____

_____ Privado

_____ Municipal

b) Industrial _____

_____ Privado

_____ Municipal

Tipo de Residuos

a) Domésticos

b) Industriales

Calidad de los residuos

a) Domésticos

b) Industriales

Cantidad de los residuos (kg/día ó ton/mes)

a) Domésticos

b) Industriales

Sistema de Recogida

Forma de Transporte de los Residuos

Sistema de Disposición Final de Los Residuos

Producción de lodos.

Calidad

Cantidad (ton/mes)

Sistema de extracción

_____ Privado

_____ Municipal

Legislación o Normativa vigente local para la Recogida de los Residuos Sólidos Industriales, Tóxicos, Peligrosos y Domésticos de la Zona Portuaria

GLOSARIO TECNICO

ACTINOMICETOS,

Grupo de microorganismos semejantes a las bacterias en los cuales las células presentan ramificaciones y que se amasan en forma parecidas a los hongos. Son importantes en el tratamiento de desechos sólidos (producción de abonos) y de aguas negras.

AGUA SUBTERRANEA,

agua subterránea que se encuentra en la zona de saturación.

ANIMALES MUERTOS,

presentan un problema para su recolección. Son aquellos animales que mueren en accidentes o de muerte natural.

AREA DE DISPOSICIÓN,

sitio, lugar, terreno, área, edificio, estructura o predio usado o destinado para la disposición parcial o total de desechos.

BACTERIA,

organismos unicelulares y microscópicos en los cuales el núcleo no está rodeado de membrana. Algunos son capaces de causar enfermedades tanto en el hombre como en las plantas y animales. Son muy importantes en el tratamiento de aguas negras y desechos sólidos.

BASURA,

Desperdicio, desecho y suciedad: técnicamente podemos hablar de residuos sólidos urbanos (RSU).

BIODEGRADABLE,

Se dice de las materias que son eliminadas por efectos biológicos naturales.

CACHUREO,

Escarbar, buscar, rebuscar, residuos. Se usa para denominar a las personas que efectúan la búsqueda de residuos en condiciones insanas. son sinónimos: Rebusca (Paraguay) Ciruja (Argentina), Pepenedor (México)

CALORIA,

Cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 g de agua de 14,5°C a 15,5°C bajo la presión atmosférica normal. Sus múltiplos son: Kilocoría = 1.000 calorías. Termia = 1.000.000 de calorías. kcal/kg=kilocalorías por kilo, es decir la cantidad de calorías (por mil) que se producen por kilo de materia incinerada.

CALORIAS,

Unidad de medida en física para evaluar la cantidad de calor.

CAMION RECOLECTOR CON COMPACTACION,

Vehículo cerrado provisto de aparatos mecánicos especiales para cargar la basura, comprimirla y repartirla en el interior de la caja.

CAPA FREATICA,

Aguas acumuladas en el subsuelo sobre una zona impermeable.

CARBONO,

Elemento no metálico, sólido componente principal de todas las sustancias orgánicas.

CELULA O CELDA,

termino usado en vertederos sanitarios para colocar la basura compactada y cubierta por todos lados con tierra.

CENIZAS,

Elementos incombustibles de un combustible sólido que terminada la combustión se encuentran en estado de polvo o en forma sólida más o menos vitrificada cuando ha pasado por estado líquido o pastoso.

COMPACTADORA ESTACIONARIA,

Adimento para un sistema de recipientes de remolque que compacta los desperdicios, en el lugar de origen, dentro de las cajas del remolque.

COMPACTAR,

Es la acción de hacer más apretada y poco porosa la textura de los cuerpos. Se puede hacer con aporte de materiales o con los que existen en el propio terreno, con el fin de reducir las masas acumuladas de escombros y obtener, en cuanto al subsuelo y a los cimientos, una resistencia mucho más elevada.

COMPOST,

Producto químico orgánico que se utiliza para compensar con materias orgánicas los suelos que tienen esta carencia. Mezcla de tierra, residuos orgánicos y cal o materias calcáreas. Mediante la preparación de las mezclas llamadas compost se favorece la descomposición de residuos diversos y se hace más eficaz su empleo como fertilizante.

CONTENEDOR,

Recipiente o receptáculo portátil usado por los trabajadores del servicio de basuras para transportar la basura de la casa al camión. Generalmente de un volumen de 100 a 200 litros y construidos de material liviano como metal o plástico.

CONTAINER,

recipientes de basura (no desechables). Los requisitos principales, para este tipo de recipientes, son el de ser impermeable, tener tapas bien ajustadas y fáciles de limpiar. Los recipientes destinados a desperdicios no provenientes de la cocina deben ser de una naturaleza tal que no permita que los desperdicios se salgan por las aberturas o que los vuele en el viento por la parte superior. Los recipientes para cenizas deben ser a prueba de fuego. Cualquier tipo de recipiente debe ser fácil de vaciar y debe tener asa adecuadas.

CONTAMINACION,

presencia de un agente infeccioso dentro o fuera del cuerpo, sustancia u objeto.

CUBIERTA VEGETAL,

Conjunto de plantas herbáceas que de forma espontánea o por siembra crecen en una determinada superficie de terreno.

CUBRICION O COBERTURA (Material de),

Acción de ocultar o tapar una superficie con suelo, minimizando efectos ambientales.

DECANTACION (Cámaras de),

Cámaras en las que se separa, por diferencia de gravedad, productos que no es posible mezclar, de los cuales al menos uno es líquido.

DENSIDAD,

Relación entre la masa de un cuerpo, sólido o líquido, y la masa de agua que ocupa el mismo volumen a la temperatura de 4°C. No debe confundirse "densidad" con "masa específica", ya que son dos magnitudes diferentes.

DESECHOS DOMESTICOS,

son los desechos producidos en las casas, residencias y edificios de departamentos.

DIGESTION (Aerobia),

Proceso de desintegración de los materiales en contacto con el aire. La digestión de los lodos es la fermentación, por acción de las bacterias anaerobias, de los sedimentos de lodo de las aguas residuales.

DIGESTOR,

Tanque o depósito, en forma de vasija fuertemente cerrada, en que se efectúa la fermentación o digestión de los lodos.

ENFERMEDAD CONTAGIOSA,

enfermedad originada por un agente infeccioso o por sus productos tóxicos que se transmiten directa o indirectamente de un animal o de una persona enferma a otra sana. La transmisión puede efectuarse también por medio de un huésped, vector u objeto intermediario.

EPIDEMIA,

epidémico, conjunto de enfermedades similares, que ocurren en una comunidad o región, con una frecuencia mayor que la común, y que tienen un origen o foco común o propagado.

ESTACION DE TRANSFERENCIA,

Es un depósito con diversas instalaciones y servicios, situado en un lugar intermedio entre la recogida de basuras y el vertedero controlado, con el fin de economizar en transporte al reducir el volumen.

ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA,

es un sistema suplementario de transporte que puede usarse conjuntamente con los vehículos recolectores de ruta para reducir los costos de transporte o dar flexibilidad a la operación. Un sistema tipo tendría estructuras accesorias de modo que los vehículos vacíen su carga en una tolva grande la cual alimenta los desechos en los trailers abiertos, receptáculos de ferrocarril. Puede efectuarse también compactación de los desechos. Estas estaciones pueden ser fijas o móviles, estas últimas en algunos casos están representadas por los vehículos compactores grandes en el mercado.

ESTRIO (Manual),

Separación manual de algunos componentes de los materiales de desecho.

FERMENTACION AEROBIA,

Fermentación en contacto con el aire.

FERMENTACION ANAEROBIA,

Fermentación en ausencia del aire.

FERMENTACION,

Proceso constituido por reacciones biológicas de oxidación-reducción, productoras de energía a partir de compuestos orgánicos. En sentido estricto, la oxidación es la fijación del oxígeno sobre un cuerpo, y la reducción es el fenómeno inverso; por lo general, ambos fenómenos se dan paralelamente.

FERMENTAR,

Producción de un proceso químico para la acción de un fermento que aparece íntegramente al final de la serie de reacciones químicas sin haberse modificado.

FOCOS CONTAMINANTES,

Lugares donde se concentra la basura que son susceptibles de causar infecciones y de contaminar el ambiente.

FOSFORO,

El fósforo desempeña un papel esencial en los seres vivos, tanto animales como vegetales. En los tejidos vivos se da en proporción constante si está regulada por la correspondiente proporción de calcio. Pertenece a la familia del nitrógeno y es un importante componente en los seres vivos.

GASES (INCINERADOR),

gases del incinerador, son los gases producto de la combustión y que pueden contener vapor de agua y aire para diluir los que se les ha agregado después de la cámara de combustión.

GRANULOMETRIA,

Medida del grosor de los granos o partículas de una composición. Estudio de la distribución de los tamaños con arreglo a una escala de clasificación.

INCINERACION,

proceso consistente en quemar desechos combustibles de naturaleza sólida, semisólida y gaseosa para convertirlos en gases inofensivos y residuos estériles que contengan poco o ningún material combustible.

INSECTICIDADA,

es cualquier sustancia química usada para la destrucción de artrópodos.

LIFT AND CARRY CONTAINER,

recipiente de levantar y acarrear, recipiente con aditamentos especiales para que un vehículo apropiado lo enganche y lo levante llevándose a vaciar al tiradero.

LIXIVIADO,

Materia o sustancia que se produce en los vertederos a consecuencia del contacto del agua de lluvia con las basuras. Tiene color oscuro y es contaminante. Aguas polucionadas que fluyen a través del vertedero.

MANCOMUNIDAD,

Agrupación de municipios libres y legalmente constituida, con capacidad autónoma de gestión para fines de su propia competencia.

MATERIA INORGANICA,

Se aplica a los cuerpos sin órganos para la vida, como los minerales.

MATERIA ORGANICA,

Materia que se obtiene a partir de los seres vivos (vegetales o animales), sin excluir aquella que por vía sintética se puede obtener, principalmente con la combinación del carbono consigo mismo o con elementos ligeros. Los componentes orgánicos son, en general, inestables: pocos permanecen por encima de los 400°C sin descomponerse. Es la producida por los restos de animales y vegetales que sufren en el suelo un proceso lento de descomposición y se convierten en humus o mejorador de suelo.

METANO,

Es un gas que se forma en la descomposición de materias orgánicas por fermentación. Se desprende en los pantanos o en vertederos incontrolados en cantidades que pueden ser peligrosas. Aparece también en los gases naturales en zonas petrolíferas, en el grisú de las minas, en el gas de alumbrado. El gas metano es de olor débil, densidad 0,55 y se licúa a -164°C. Mezclado con cloro en luz difusa (con luz solar reacciona violentamente).

MICROORGANISMOS PATOGENOS,

Seres sólo visibles al microscopio, como bacterias, infusorios, levaduras, etc., que pueden originar enfermedades.

MICROORGANISMOS,

microorganismos, se denomina así generalmente a cualquier ser vivo de tamaño. Este grupo incluye a las bacterias, actinomicetes, mohos, hongos simples, algunas algas, requeusias, espiroquetas, protozoarios y otras formas simples de organismos multicelulares. Algunos producen enfermedades en el hombre, animales o plantas y otros juegan un papel muy importante en la estabilización de desechos sólidos y de aguas negras.

NITROGENO,

Elemento metaloide gaseoso, incoloro, inodoro e insípido que constituye casi las cuatro quintas partes del aire atmosférico.

ORGANISMOS COLIFORMES,

bacterias que tienen la propiedad de fermentar la lactosa produciendo gases. La presencia de escherichis coli en el agua es signo de contaminación de la misma.

OXIDACION,

Acción de oxidar, o estado del cuerpo que se oxida, debido a que a través de una reacción química el oxígeno se fija sobre un cuerpo. Hay muchas clases de oxidación según qué elementos intervengan, siendo sus resultados muy diferentes; por ejemplo, mediante la "oxidación anódica", a través de la electrólisis, se consigue revestir metales y aleaciones. La "oxidación directa", que consiste en que se formen óxidos y otros compuestos sobre superficies de metales por reacción con gases secos, favorece la autodestrucción de los mismos.

PARRILLA,

parte del incinerador. Superficie, con las perforaciones pertinentes, que soporta a los combustibles de modo que permita el paso del aire a través de ellos. Se encuentra colocada generalmente en los residuos. Puede ser horizontal o inclinada y fija o móvil.

pH,

pH, abreviatura de "potencial de Hidrógeno". Notación para designar de modo preciso el carácter ácido, neutro o básico de una solución acuosa de electrólito. El conocimiento del pH de los suelos permite con frecuencia un conocimiento aproximado del tipo de suelo y cómo se ha formado. Un suelo pantanoso tendrá una cifra de pH de 3,5 y las zonas áridas, de 9,5; 7 es el punto máximo de saturación. Da la medida de acidez actual, varía localmente por influencia de la vegetación y composición mineral del suelo, y regionalmente, en función de las condiciones climáticas (lluvia).

PLAGAS,

Proliferación de especies distintas de animales que pueden hacer daños graves a los seres humanos o a la agricultura.

PLUVIOMETRIA,

Rama de la climatología que estudia el modo como están repartidas las lluvias en una zona y durante un tiempo determinado.

PODER CALORIFICO,

Se denomina al poder de una sustancia de producir calor, producido en un momento determinado con el máximo que se obtendría en las circunstancias más favorables.

POTASIO,

Es un metal alcalino que se encuentra en la potasa. Es muy oxidable y se combina con la mayoría de metaloides, principalmente con el oxígeno y el azufre. Posee, por tanto, propiedades reductoras energéticas: descompone el agua fría, inflama el hidrógeno liberado y desplaza de sus combinaciones la mayor parte de los metales.

PUTRECIBLE,

material susceptible de ser descompuesto por microorganismos con una rapidez tal que produzcan molestias debidas al desprendimiento de olores gases, etc., los desperdicios de cocina, las menudencias y los animales muertos son claros ejemplos de la fracción putrecible de los desechos sólidos.

RELLENO DE BASURAS,

o relleno sanitario o vertedero controlado operación sistemática y periódica consistente en compactar y cubrir la basura con cualquier frecuencia menor que la diaria.

RELLENO SANITARIO,

es un procedimiento para disponer de los desechos sólidos en la tierra sin causar molestias ni entrañar peligro a la salud pública o a la seguridad. Consiste en la utilización de métodos ingenieriles para confinar los desechos en una área lo mas pequeña posible, en reducirlos al mínimo volumen posible en la práctica y en cubrirlos con un capa de tierra diariamente al final de la jornada o en periodos mas frecuente según sea necesario.

RESIDUOS DE CALLE,

desperdicios recogidos por el servicio de limpia de la ciudad mediante el barrido, manual o mecánicamente, de las calles, banquetas y lugares públicos. Se incluyen también la basura de los recipientes públicos y la que se saca de las trampas de las coladera de agua pluvial.

RESIDUOS DE DEMOLICIÓN Y CONSTRUCCIÓN,

son todos los desperdicios de materiales de construcción que se originan en las obras de reconstrucción, modificación, edificios, pavimento y otro tipo de obras.

RESPIRACION AEROBIA,

degradación biológica de compuestos orgánicos por medio de oxígeno.

RESPIRACIÓN ANAEROBIA,

tipo de respiración usada por algunos microorganismos, en la cual el agente oxidante, en lugar de oxígeno, es inorgánico, como, por ejemplo, NO₃ y SO₄.

SELLADO,

Cerrado, tapado, cubierto. En tecnología, cerrar herméticamente.

SEPARACIÓN DE RESIDUOS,

se denomina así a la remoción y separación controlada y sanitaria de materiales de reuso que se encuentran en la basura, para una incorporación a un nuevo ciclo.

VECTOR (DE ENFERMEDAD),

se denomina así a los animales (con excepción del Hombre), y a los insectos u otros artrópodos, que transmiten enfermedades infecciosas de una persona o animal a otra.

VERTEDEROS DE ALTA DENSIDAD,

Son aquellos en los que la trituración y compactación de la basura alcanza densidades de 1.000 kg/m³.

VERTEDERO A CIELO ABIERTO,

se denomina así a la consolidación de desechos provenientes de una o mas fuentes en un solo sitio en el cual hay poca o ninguna supervisión. algunos de los problemas asociados con este tipo de basureros son : reproducción de vectores, contaminación atmosférica, vista antiestética, contaminación agua, desperdicio de terreno, enfermedades y sirve como fuente potencial de accidentes.

VERTIDO SANITARIAMENTE CONTROLADO,

Consiste en echar los residuos en capas que se van compactando y cubriendo con tierra para eliminar los posibles problemas sanitarios e higiénicos.

SIGLAS

AIDIS	Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
ASCE	Asociación Americana de Ingenieros Civiles
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CEE	Comunidad Económica Europea
CISA	Centro de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
CEPIS	Centro de Estudios Panamericanos de Ingeniería Sanitaria
CIFCA	Centro Internacional de Formación en Ciencias Ambientales
EPA	Agencia de Protección Ambiental
EMERES	Empresa Metropolitana de Residuos Sólidos
ISWA	Asociación Internacional de Residuos Sólidos
JSWME	Sociedad Japonesa de Expertos en Residuos Sólidos
MIDEPLAN	Ministerio de Planificación
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Oficina Sanitaria Panamericana
PGB	Producto Geográfico Bruto
RSU	Residuo Sólido Urbano
UCV	Universidad Católica de Valparaíso
USPHS	Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos