

**AL CONSEJO DE POSGRADO DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE
AMBATO**

El Comité de Defensa de la Tesis “**PROYECTO SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL – GESTIÓN DE RESIDUOS**”, Presentado por el Ing. Luis Aníbal Bautista Villacís, y conformado por el M. Sc. Ing. Luis Amoroso Mora, M. Sc. Francisco Pazmiño Gavilanes, M. Sc. Ing. Rodrigo Moncayo, Director de Tesis, Ph. D. Vinicio Jaramillo, Director Académico y Administrativo del programa y presidido por el M Sc. Ing. Luis Velásquez, Director del CEPOS – UTA, una vez que ha sido revisada la tesis escrita y escuchada la defensa oral, remite la presente Tesis Para su uso y custodia en las bibliotecas de la Universidad Técnica de Ambato.

.....

M. Sc. Ing. Luis Velásquez
Director del CEPOS – UTA

.....

Ph. D. Vinicio Jaramillo
Director Académico Administrativo

.....

M. SC. Ing. Rodrigo Moncayo
Director de Tesis

.....

M. Sc. Ing. Luis Amoroso Mora
Miembro del tribunal

.....

M. Sc. Ing. Francisco Pazmiño Gavilanes
Miembro del tribunal

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

**Tesis de Grado previo la obtención del Título de Master en Ciencias de la
Ingeniería y Gestión Ambiental**

**TEMA:
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL – GESTIÓN DE RESIDUOS**

Autor: Ing. Civil Luis Anibal Bautista Villacís

Director de Tesis: Ing. Rodrigo Moncayo M. Sc.

**Ambato – Ecuador
2005**

III

CERTIFICACION

Certifico que el presente trabajo “**SITEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL – GESTIÓN DE RESIDUOS**”, ha sido desarrollado íntegramente por el Ing. Luis Bautista, se encuentra totalmente concluido y la dirigí observando los lineamientos técnicos reglamentarios; por tanto, autorizo el trámite correspondiente.

Ambato, 30 de Agosto del 2005

Ing. Rodrigo Moncayo

DEDICATORIA

A Anita Maria, mi esposa.

A Iván, Alexandra, Marcelo, mis hijos

A Iván, Ismael, Anita, mis nietos

Luis Bautista V.

AGRADECIMIENTO

A la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, por darme la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos

A todos y cada una de las personas que de una u otra manera colaboraron para la culminación del presente trabajo.

Luis Bautista V.

INDICE DE CONTENIDOS

Detalle	Pág.
Portada	I
Hoja de aprobación	II
Autoría de Tesis	III
Certificación	IV
Dedicatoria	V
Agradecimiento	VI
Índice de contenidos	VII
Índice de tablas	XII
Índice de gráficos	XIII
Introducción	XIV

CAPITULO I

ESTUDIO DE MERCADO – DIAGNOSTICO

Introducción	3
1.1. Objetivo del diagnostico	4
1.2. Alcance del diagnostico	4
1.3. Secuencia	5
1.4. Informe de valoración	5
1.4.1. Modelo actual de residuos.	6
1.4.2. Evolución de la producción de residuos	7
1.4.3. Escenario actual: Balance de materia global a partir de recogida todo uno	9

VII

CAPITULO II ESTUDIO TECNICO

Introducción	10
2.1. Localización	10
2.2. Política medioambiental	10
2.3. Planificación	11
2.3.1. Modelo futuro de residuos	13
2.3.2. ESCENARIO 1: Balance de materia global a partir de recogida todo uno	15
2.3.3. ESCENARIO 2: Balance de materia global a partir de recogida dos bolsas	16
2.3.4. Presupuesto: Envases, Biometanización, Vertido.	19
2.3.5. Ingresos y Costos por procesos y escenarios por cada día	20
2.4. Requisitos legales	22
2.5. Objetivos y metas	23
2.6. Programa de gestión de residuos	25
2.7. Implantación, Control y Funcionamiento	26
2.7.1. Actividades de la gestión.	26
2.7.2. Zona de aplicación.	27
2.7.3. Constitución y análisis del rubro de trabajo	27
2.7.4. Condiciones de su prestación.	29
2.7.5. Frecuencia de la prestación de las actividades.	29
2.7.6. Horario	29
2.7.7. Rendimiento	29
2.9. Reunión de control	30
2.10. Reunión de revisión del sistema	31

VIII

CAPITULO III

ESTUDIO ECONOMICO

3.1. Flujo Neto de caja	32
3.2. Evaluación económica	34

CAPITULO IV

ESTUDIO SOCIAL

Estudio social	36
----------------	----

CAPITULO V

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1. Recogida y transporte	38
5.2. Procesamiento de los residuos	40
5.2.1. Vertido controlado	40
5.2.2. Incineración	42
5.2.3. Reciclaje	44
5.3. Procesos biológicos	48
5.3.1. El Compostaje	48
5.3.2. La metanización	48
5.4. Procesos térmicos	50
5.4.1. La incineración	50
5.4.2. La pirolisis	51

5.5. El Vertedero	53
5.5.1. Los vertederos controlados	54
5.5.2. Los vertederos compactados	54
5.5.3. Marco legislativo	55
5.5.4. Disposiciones técnicas	55

CAPITULO VI

MINIMIZACION DE RESIDUOS

6.1.- Estudio de minimización	58
6.1.1. Exploración de alternativas e interés medioambiental	59
6.2.- Elaboración del estudio de minimización de residuos	60

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones y recomendaciones	61
Breve síntesis	63

CAPITULO VIII

ANEXOS

7.1. Sistemas de recogida puerta a puerta y de pago por generación	64
7.1.1. Participación en la discusión previa a la implantación	66
7.1.2. Necesidades materiales para la campaña	67
7.1.3. Intervenciones informativas y comunicativas	68
7.1.4. Argumentos a favor y en contra de la iniciativa	71
7.1.5. Comunicación paralela a la implementación	73
7.1.6. Los vertidos ilegales y el turismo de residuos	74
7.2. Área de biometanización	75
7.2.1. Tratamiento mecánico biológico	78
7.3. Área de compostaje	81
7.3.1. Descripción del proceso	81
7.3.2. Compostaje vertical	82
Glosario de definiciones	88
Bibliografía	90

INDICE DE TABLAS

Tabla #	Detalle	Pág.
01	Presupuesto: envases, biometanización, vertido.	19
02	Ingresos y costos por procesos y escenarios por cada día	20
03	Formato de objetivos	24
04	Programa de gestión de residuos	25
05	Análisis de precios unitarios de la gestión de residuos	28
06	Reunión de control	30
07	Reunión de revisión del sistema	31
08	Flujo neto de caja	34
09	Principales emisiones e impactos en la gestión de residuos urbanos	38
10	Emisiones e impactos del transporte	39
11	Factores de emisión de los vehículos	40
12	Emisiones e impactos de la disposición en vertedero	41
13	Emisión e impactos de la incineración	43

INDICE DE FIGURAS

Figura #	Detalle	Pág.
01	Modelo actual de residuos	6
02	Clasificación de residuos	7
03	Escenario actual: balance de materia global a partir de recogida "todo uno"	9
04	Modelo futuro de residuos	13
05	Escenario 1: balance de materia global a partir de recogida "todo uno"	15
06	Escenario 2: balance de materia global a partir de recogida "dos bolsas"	16
07	Esquema simplificado de un Sistema de Tratamiento Mecánico Biológico	77
08	Composición física del sustrato	77
09	Esquema del reactor	78
10	Detalles constructivos del reactor	78
11	Esquema del Sistema de Tratamiento Mecánico Biológico	79
12	Flujo promedio de aire ingresado al reactor	79
13	Evolución de la temperatura y del PH	79
14	Sistema de compostaje VCU	83
15	Cámara de compostaje VCU	87

INTRODUCCIÓN

Debemos ser conscientes de que esta sociedad, llamada del bienestar, origina consecuencias irreparables en el entorno en el que desarrollamos nuestra vida.

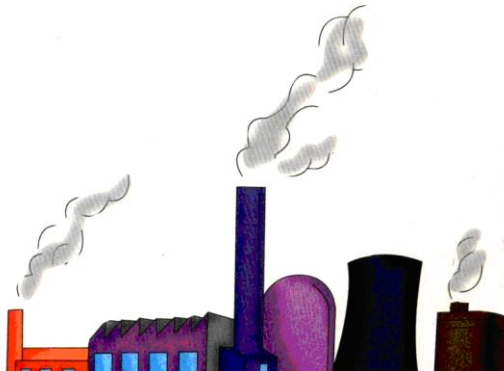
Todos hemos oído hablar del cambio climático, de la escasez de agua en determinadas zonas, de la cantidad de residuos que producimos o de la contaminación. Hasta no hace mucho se culpaba fundamentalmente a la industria de los males del medio ambiente, pero ya no es así. Por ello, es necesario que todos asumamos nuestra responsabilidad y adoptemos comportamientos que permitan proteger o mejorar nuestro entorno, es decir, el medio ambiente.

La política ambiental incide en la importancia de los ciudadanos para conseguir los objetivos propuestos en las diversas materias ambientales. El alcance de los resultados dependerá del compromiso, individual y para ello, es necesario que dispongamos de suficiente información como para que podamos comprometernos y actuar.

Se pretende facilitar información sencilla, de tal forma que nos permita conocer las posibilidades de actuar para proteger o mejorar el medio ambiente en nuestra vida cotidiana. Unos pequeños cambios en nuestros hábitos pueden suponer una mejora sustancial de la calidad ambiental.

Se contemplan los impactos que nuestras actividades causan en el medio: el efecto invernadero, la destrucción de la capa de ozono o la producción de residuos, son impactos que se manifiestan a nivel global en todo el planeta. Es importante conocer

qué los provoca para poder actuar.



PROYECTO DE GESTION DE RESIDUOS URBANOS

INTRODUCCIÓN.-

Conjuntamente al beneficio del crecimiento económico, han aparecido los problemas asociados a la evacuación de los residuos resultantes de las actividades económicas. Aunque la naturaleza tiene la capacidad de diluir, degradar, absorber y, por tanto, reducir el impacto de los residuos en la atmósfera, en los acuíferos y en la tierra lo cierto es que allí donde se ha excedido la capacidad de asimilación natural ello ha dado lugar a graves desequilibrios ecológicos.

La inadecuada gestión de los residuos es el origen de muchos problemas medioambientales que padecen las sociedades de nuestros días, ocasionando un sinnúmero de enfermedades transmitidas por el contacto de los agentes patógenos de difícil control por parte de las autoridades sanitarias, con serias repercusiones en la salud pública y puede además, afectar el entorno paisajístico con fatal repercusión sobre el turismo y la calidad de vida de los habitantes.

La empresa GERBAL “GESTIÓN DE RESIDUOS BAUTISTA LOPEZ” reconoció la necesidad de lograr un sistema de gestión de residuos urbanos respetuoso con el medio ambiente, aplicando el SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA).

Además, como ya hiciera la Unión Europea en el Sexto Programa Marco de Gestión Ambiental, advirtió de que una gestión respetuosa con la salud pública y el medio ambiente (entre otros) solo sería posible si los precios cobrados por la recogida y tratamiento de los residuos se fueran aproximando a los costes económicos totales de la prestación de estos servicios.

Esto solo será posible si los costes y beneficios financieros (2) y externos (3) son tomados en cuenta en el precio de la prestación del servicio.

El objetivo de este proyecto es la prestación de servicios en Gestión de residuos en los sectores como Huachi, Montalvo, Picaihua, Totoras y en los que el Municipio, por intermedio de la Dirección de Higiene y en coordinación con las Juntas Parroquiales nos crea necesario.

(2) Gastos relacionados con la gestión diaria de los residuos urbanos: costes de prestación y administración de los servicios, costes operativos y de mantenimiento, costes de capital, etc.

(3) Costes y beneficios que se producen cuando las actividades económicas o sociales de un agente o un grupo de agentes tienen un impacto sobre otro y el primero de ellos no lo tiene en cuenta cuando realiza su actividad (ExternE, 1995)

ExternE-Externalidades de la Energía es un proyecto promovido por la Dirección General XII de la Comisión Europea que tiene como finalidad la estimación en términos monetarios de los costes externos de los procesos generadores de energía.

CAPITULO I

ESTUDIO DE MERCADO-DIAGNOSTICO

Introducción.-

El tratamiento y la gestión de residuos Urbanos, cuenta con diversas técnicas cuya idoneidad dependerá del tipo de residuos a tratar, y que van desde la recuperación y el reciclaje hasta el depósito en vertedero (relleno sanitario) pasando por procesos como el compostaje o la incineración.

En nuestro medio los procesos aun no están desarrolladas las técnicas a diferencia de los países desarrollados por lo que su eficacia y sus beneficios son limitados, en vista de las limitaciones económicas, pese a existir exigencias legales en materia de gestión de residuos.

Ley # 9937 “LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL” registro oficial 245, 30-VII-99

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS.

Libro VI anexo 6

Esta norma establece los criterios para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos desde su generación hasta su disposición final. La presente norma técnica no regula a los desechos sólidos peligrosos.

¿Que es un residuo?

Cualquier sustancia u objeto, del cual su poseedor se desprende o del que tenga la intención u obligación de desprenderse

Tipos de residuos:	Industriales
	Urbanos
	Construcción
	Mineros
	Agrícolas/Ganaderos

1.1. OBJETIVO DEL DIAGNOSTICO.-

Todo proyecto de tratamiento puede concebirse únicamente a partir de las cantidades de residuos que necesitan ser tratados y de su composición. Se distingue en general, entre:

- Las substancias orgánicas: mondaduras, residuos de frutas, de pescado o de carne y residuos de plantas (de apartamento o de jardín) todo lo que se descompone rápidamente.
- El papel, cartón, envases, cartas, periódicos y revistas (el peso de los periódicos es muy importante).
- Las materias plásticas, botellas y envases.
- El vidrio.
- Los metales ferricos y no ferricos.
- Los inertes: cenizas, tierra, polvos y tejidos.

Nota: en principio, las pilas, los medicamentos, los productos fitosanitarios y los productos de limpieza no deberían ser depositados en la basura para que puedan recibir un tratamiento específico.

Además hay que añadir los residuos del aseo urbano, de la limpieza de las calles, de los mercados, etc., sin olvidar los provenientes de la limpieza del alcantarillado, etc.

Por lo indicado es imperioso que el municipio considere nuestro proyecto en función del riesgo que tiene estas poblaciones con los impactos ambientales al no cumplir con la normativa legal si no son considerados a tiempo.

1.2. ALCANCE DEL DIAGNOSTICO.-

- Se tomaran en cuenta los procesos de recogida, transporte y disposición final en vertedero controlado.
- Determinar la cantidad de residuos urbanos que genera
- Determinar el grado de cultura de la población en gestión de residuos.
- Análisis del Modelo actual de residuos.

1.3. SECUENCIA.-

En base a encuestas, adjunto modelo y cuestionario se determina la generación de residuos.

- | | |
|--|--------------|
| 1.- ¿Se generan residuos urbanos? | Si |
| | No |
| | Se desconoce |
| 2.- ¿Se separan los residuos urbanos generados? | Si |
| | No |
| 3.- ¿La retirada de los residuos urbanos es efectuada por el
Municipio o un gestor autorizado por este? | Si |
| | No |
| | Se desconoce |
| 4.- ¿Se generan residuos peligrosos? | Si |
| | No |
| | Se desconoce |

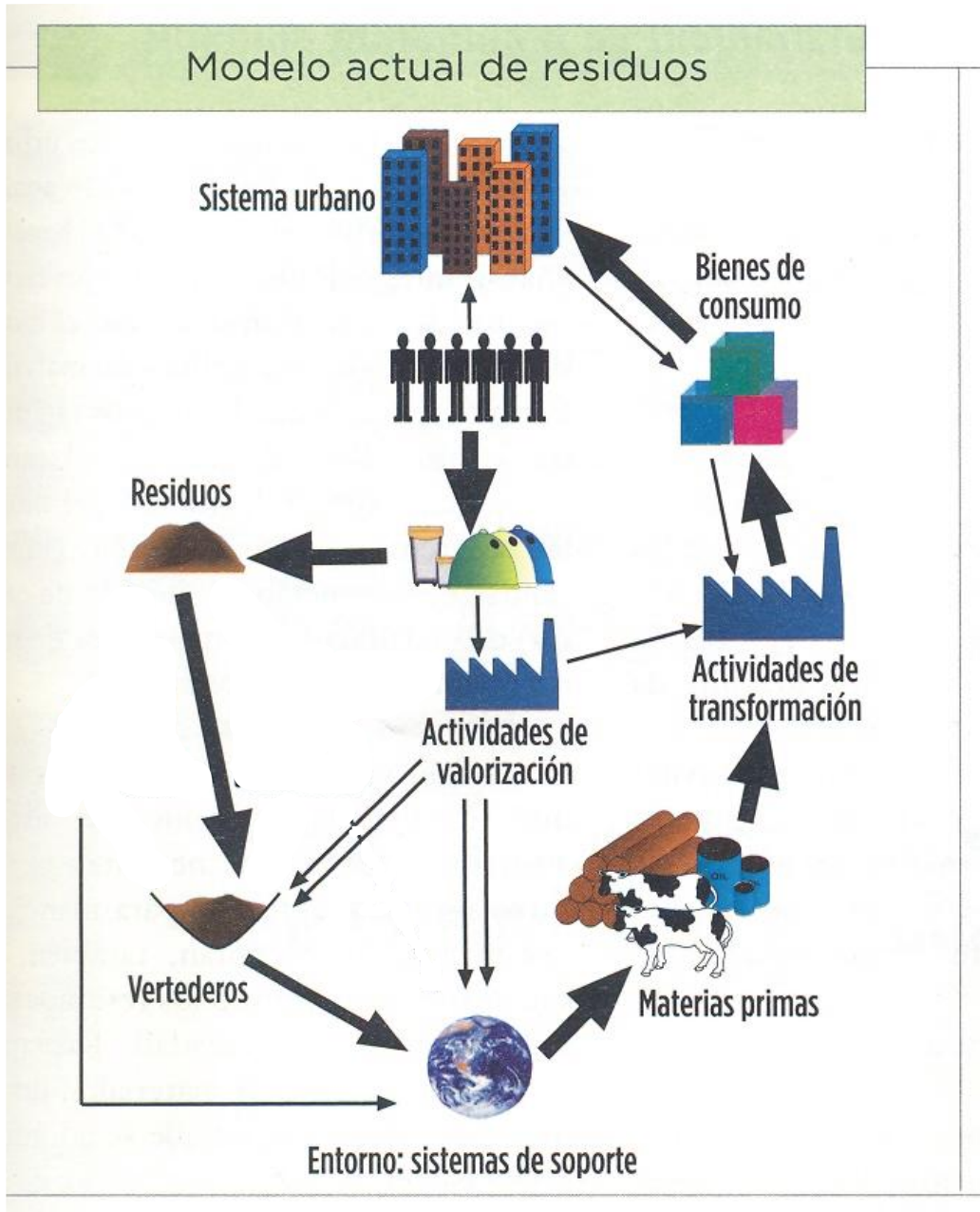
1.4. INFORME DE VALORACIÓN.-

El análisis de los modelos actuales de gestión de residuos da como resultado que la mayoría de estos no se acomodan lo suficiente a los criterios de la sostenibilidad.

La organización de nuestras ciudades esta todavía basada en un aumento continuado del consumo de recursos materiales y energéticos, que desemboca en un despilfarro continuado de materias primas y energía difícilmente renovables, con el resultado de la degradación ecológica de nuestro entorno.

1.4.1. Modelo actual de residuos.

FIGURA 1



1.4.2. Evolución de la producción de residuos.

- **Su cantidad tiende a aumentar con la mejora del nivel de vida:** los equipamientos e incluso la ropa se consideran “caducados” cada vez más pronto. La cantidad de residuos urbanos es actualmente del orden de más de un kilo por habitante por día, en los países Europeos, puede alcanzar 1,5 kilos en zonas urbanas muy desarrolladas. En nuestro medio estamos en 1kg /hab./día.
- **Su calidad:** la proporción de residuos de calidad orgánica tiende a disminuir, la de papel, envases y plásticos tienden a aumentar. Actualmente, podemos contar (en porcentaje de la masa húmeda bruta):

25 a 35% de residuos orgánicos,

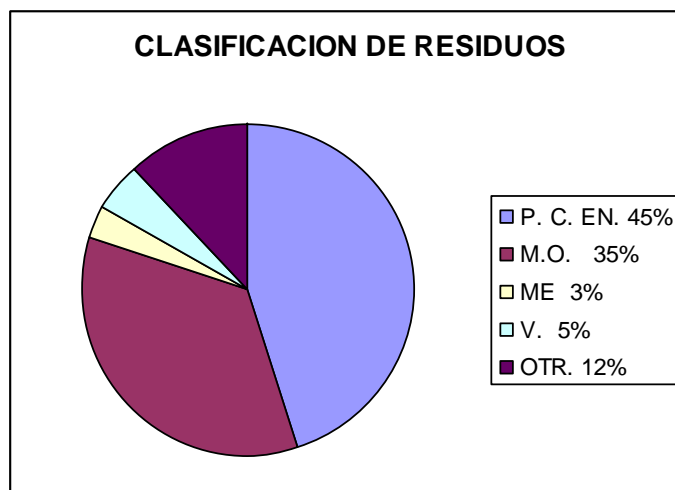
40 a 50% de papel, cartón, envases y plásticos,

5 a 10% de vidrio,

3 a 5% de metales,

10 a 15% para el resto sin clasificar.

FIGURA 2



El resultado de la encuesta: Si generan residuos urbanos.

No se separan los residuos

La retirada de los residuos lo realiza el Municipio

Se desconoce la generación de residuos
peligrosos.

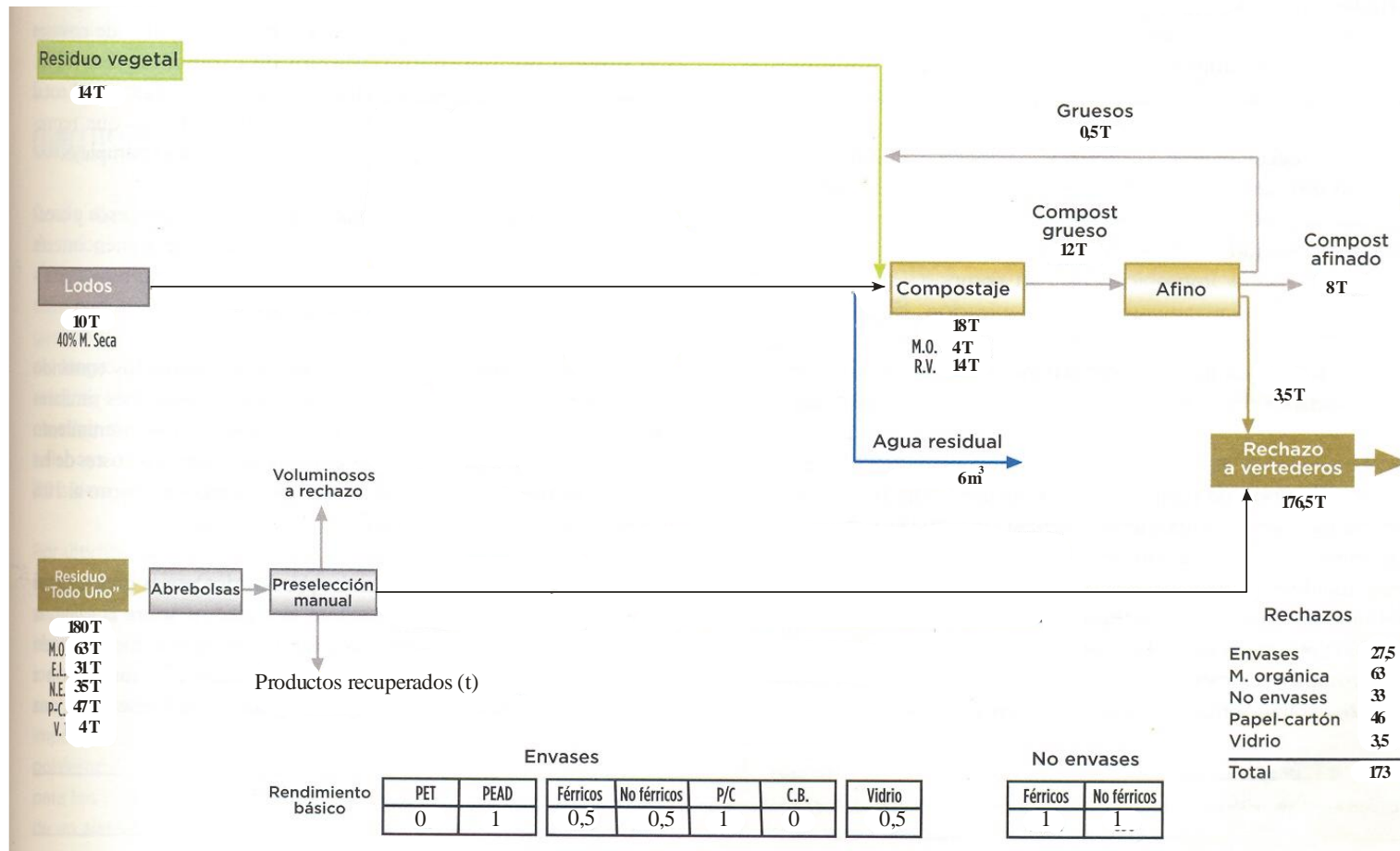
En la ciudad de Ambato y sus parroquias la generación real de residuos esta por los 180 tn/día, residuo vegetal de los mercados 14 tn/día

Para el tratamiento del residuo urbano en el complejo ambiental del relleno sanitario Sector Izamba existen dos líneas básicas actualmente.

- 1) La línea de tratamiento de la materia orgánica que es el residuo vegetal de los mercados esto es los 14t/d se destinan directamente al compostaje.
- 2) La otra línea que representa la mayoría de residuo los 180t/d se deposita en el vertedero (relleno sanitario), previa selección manual de papel, cartón, envases realizada por gestores particulares, y sin ningún tratamiento básico para separar la materia orgánica que representa un 35% esto es 63 t/d que alimentarían a la primera línea básica. Envases inertes 17% esto es 31 t/d. Papel-cartón 26% esto es 47 t/d. No envases 19% esto es 35 t/d. Vidrio 2% esto es 4t/d.

El esquema del proceso es como se muestra en la figura.

FIGURA 3 : ESCENARIO ACTUAL: Balance de materia global a partir de recogida "Todo uno"

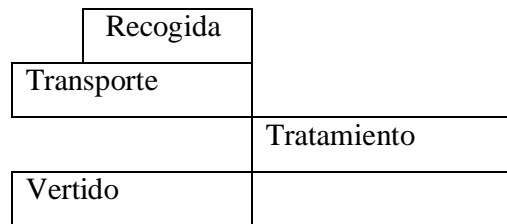


CAPITULO II

ESTUDIO TECNICO

Introducción.-

La gestión de residuos que es un conjunto de actividades encaminadas a: dar al residuo el destino final más adecuado que garantice la protección de la salud humana, la conservación del medio ambiente y la preservación de los recursos. Son:



2.1. LOCALIZACIÓN.-

El proyecto esta localizado en el Cantón Ambato, de manera particular, la gestión de residuos esta enfocado a las parroquias de Huachi, Montalvo, Totoras y Picaihua. El análisis se realiza para la generación total de residuos de la ciudad de Ambato

2.2. POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL.-

La empresa GERBAL consiente de la necesidad de la protección y mejora del medio ambiente y su desarrollo responsable dentro de la sociedad, establece la siguiente escala de prioridades y los siguientes compromisos en la gestión de residuos:

REDUCCION EN ORIGEN

REUTILIZACION

RECICLADO

VALORIZACION

VERTIDO

- Prevenir la contaminación en su origen cuando y donde sea posible.
- Controlar y reducir la producción de residuos, emisiones a la atmósfera, vertidos de aguas residuales u otros elementos generadores de impacto ambiental
- Utilizar racionalmente los recursos naturales.
- Cumplir con lo establecido en la normativa legal, así como los compromisos voluntarios contraídos.
- Definir, evaluar y revisar periódicamente metas y objetivos medioambientales, que se estructuraran en programas, integrado todo ello en un sistema de Gestión Ambiental, documentado que asegure el cumplimiento de esta política, dentro de un proceso de mejora continua consiente con la estrategia empresarial.
- Por ello, la Dirección de la empresa GERBAL pide a todo el personal que asuma las responsabilidades derivadas de este compromiso y colabore activamente en su consecución
- El responsable de Gestión de residuos, de calidad y medio ambiente es el gerente de la empresa.

La reducción en el origen esta en primer lugar en la jerarquía porque es la forma mas eficaz de reducir tanto la cantidad de residuo como el coste asociado a su manipulación y los impactos ambientales. La reducción de residuos en el origen puede realizarse mediante una política de “recogida selectiva” del residuo cuando este es previamente separado en sus diferentes componentes. Esta política tiene una importancia económica sustancial en la gestión de servicios de recogida, tratamiento y vertido de los residuos urbanos, “Sistemas de recogida puerta a puerta y de pago por generación” Anexo 7.1

2.3. PLANIFICACION.-

Los instrumentos empleados en la gestión de residuos a parte de los datos puramente cuantitativos, hace falta establecer, también, cuales son las herramientas de gestión que el Municipio de Ambato desarrollara para llevar a buen termino la gestión de sus residuos, puesto que la situación actual en la gestión de residuos urbanos esta condicionado por un compendio de variables de carácter técnico, organizativo, económico, normativo y educativo, que configuran, en cada caso un modelo específico.

Los instrumentos que se analizaran son los siguientes:

Instrumentos organizativos: Sistema organizativo establecido con el fin de coordinar los diferentes agentes, instrucciones y procesos implicados en el modelo de gestión de residuos.

Instrumentos técnicos: Tecnologías e infraestructuras utilizadas para implantar el modelo de gestión de residuos.

Instrumentos normativos: Pliego de medidas normativas que regulan la gestión de residuos municipales. Por ejemplo: ordenanzas ambientales sobre residuos.

Instrumentos económicos: Sistemas de financiación del modelo de recogida de residuos: fuentes de financiación, tasas, canones, posible recaudación de la venta de subproductos reciclados, etc. En este apartado también se consideran todos los gastos y los beneficios derivados de la recogida de residuos municipales.

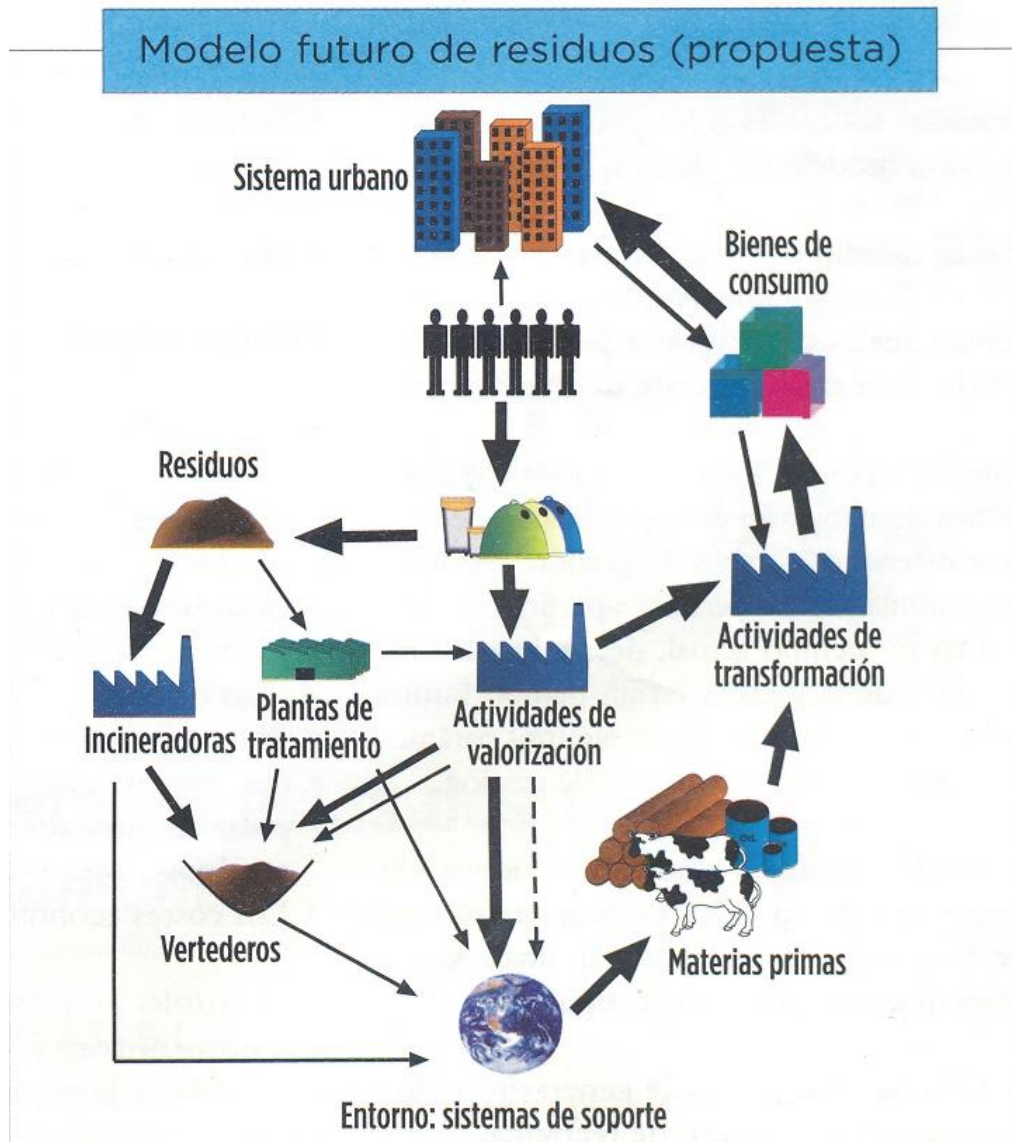
Instrumentos educativos y participativos: Programas de educación ambiental, planes de comunicación y sistemas de participación ciudadana encaminados a difundir el modelo de gestión y conseguir la colaboración y participación de la población y de los agentes socioeconómicos.

La gran mayoría de programas de gestión de residuos, así como la normativa existente, establecen las bases y los criterios para desarrollar las herramientas para pasar a otro modelo de gestión basado en la prevención, la reutilización, la máxima recuperación material y, en defecto la valorización y disposición final.

En función del modelo de gestión escogido, los flujos de materiales irán cambiando. Un modelo de gestión de residuos que quiera mantenerse en el marco de la sostenibilidad, tendrá que procurar reducir la explotación de recursos (materias primas que extrae) y también reducir la presión por impacto contaminante sobre los ecosistemas de la tierra.

2.3.1. Modelo futuro de residuos

FIGURA 4



Sobre el modelo planteado se puede evaluar el impacto económico de una política de separación en origen y posterior recogida selectiva seria mediante la contabilización de costes e ingresos generados en el balance de masas que se puede obtener cuando consideramos dos escenarios alternativos en la gestión de los residuos. Uno, en el que puede simular el balance de masas cuando la recogida se realiza en una sola bolsa (todo uno) que es la situación actual en la ciudad de Ambato, el segundo, cuando separamos en dos bolsa, la fracción orgánica mas resto en una y, en otra, los envases.

La estimación del valor económico del flujo de materiales obtenidos en los dos escenarios permitirá realizar un balance de los costes e ingresos que se deriva de la aplicación de la política de separación en el origen.

Los datos utilizados en este balance proceden del Departamento de Higiene del I. Municipio de Ambato, esto es: Residuo vegetal 14 T/día, residuo 180 T/día

Para la ciudad de Ambato, en base al modelo futuro de residuos (propuesta), a implementarse en 3 años, y con un índice de crecimiento de residuos de alrededor del 5% se establece el esquema del proceso como se muestra en las figuras 5 y 6 considerando los dos escenarios alternativos

2.3.2. ESCENARIO 1: Balance de materia global a partir de recogida todo uno

FIGURA 5 5: ESCENARIO 1: Balance de materia global a partir de recogida "Todo uno"

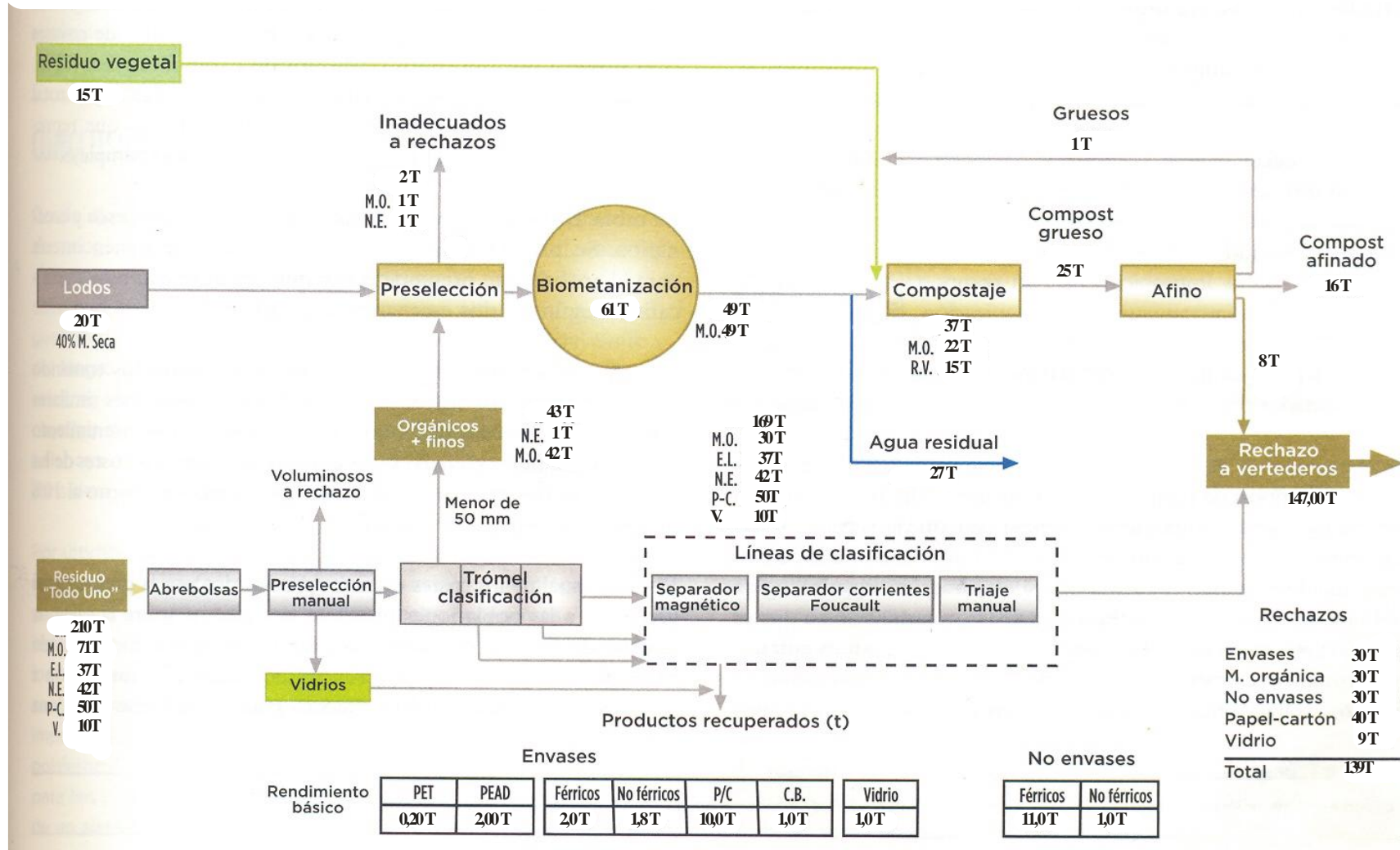
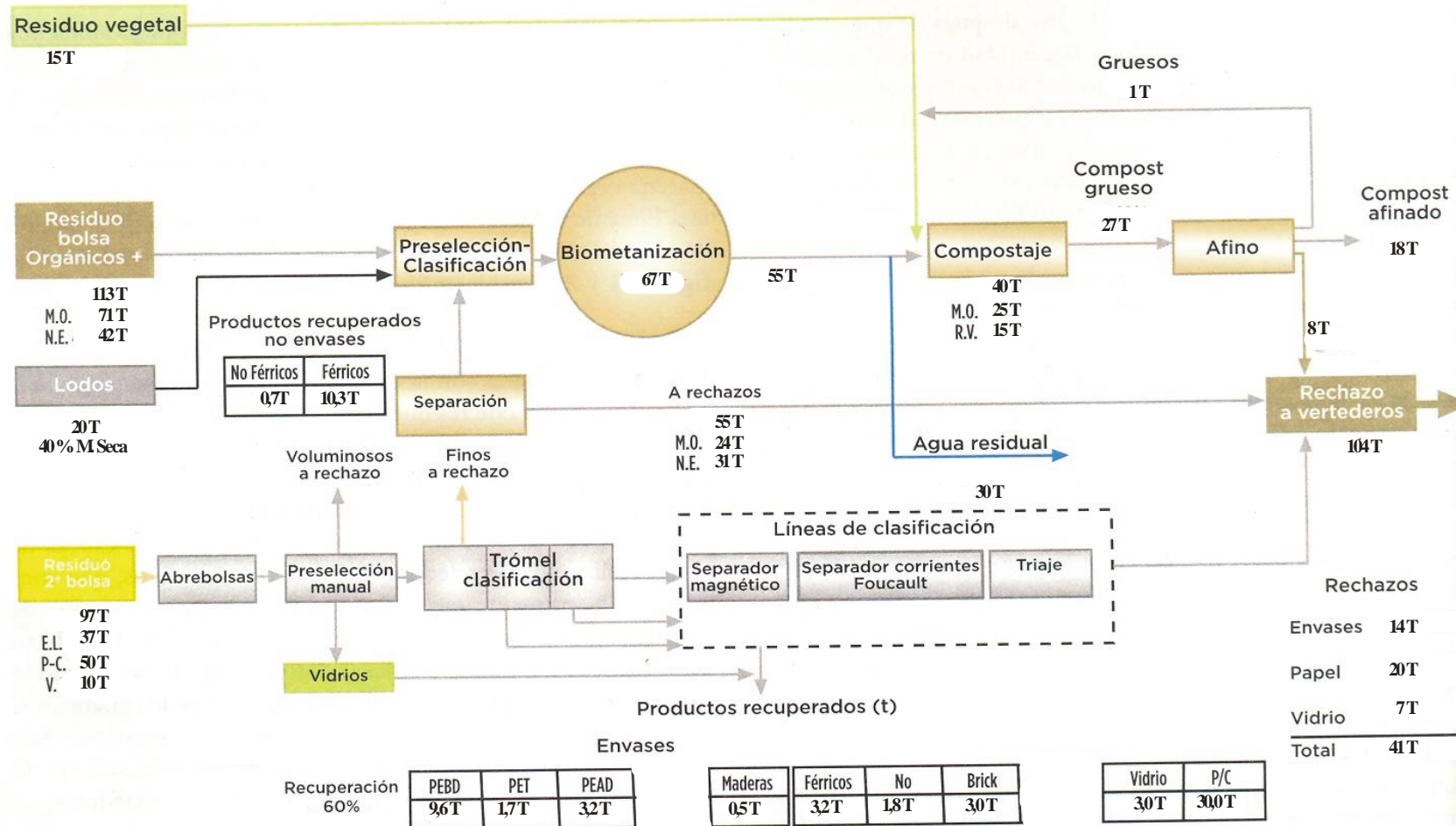


FIGURA 6: ESCENARIO 2 balance de Materia Global a partir de recogida “dos bolsas” sas



En el escenario 1 se considera que el residuo se presenta en una sola bolsa. Este se destina a la planta de clasificación “todo uno “. El tromel de cabeza de planta realiza una preselección del material. Los finos, que contiene principalmente materia orgánica, con una proporción de impropios, se destinan a la línea de biometanización, “Área de Biometanización”, Anexo 7.2. El rechazo del tromel, se hace pasar por las líneas de clasificación, donde se seleccionan manual o mecánicamente algunos de los elementos.

Los porcentajes de recuperación son bajos y el resto de los materiales no seleccionados, que representa la mayoría de residuo de entrada constituye el rechazo, que debe llevarse al vertedero (relleno sanitario)

En este escenario tentativamente la fracción orgánica recuperada para biometanización y compostaje, “Área de compostaje”, Anexo 7.3 refleja la menor eficiencia del tromel cuando los residuos son incorporados en masa, sin previa separación de fracciones. La recuperación de materiales contenidos en los envases es igualmente mas reducida que si esta fracción fuera recogida en bolsa separada como consecuencia de la contaminación a que es sometida por la fracción orgánica.

La cantidad de residuos entrado en la planta de tratamiento en este escenario es de 210t/d.

La estimación de rechazos y fracciones no valorizables en este escenario que son conducidas a vertedero es de 147t/d, equivalente a un 70% en peso del total de los residuos generados.

El escenario 2 considera el caso de la recogida selectiva en dos bolsas. Se recibiría por un lado una fracción de envases y por otro la materia orgánica más el resto. El residuo procedente de la segunda bolsa (residuo de envase y embalaje) se destina a la planta de clasificación, donde se recupera una fracción de los mismos, se estima (del orden del 60%) que se envían al reciclador. La fracción restante (rechazo) se envía a vertedero (relleno sanitario).

El residuo vegetal se lleva a la zona de compostaje, donde se acondiciona en una desfibradora. Dicho triturado se mezcla en proporciones adecuadas con el residuo orgánico, que puede venir de distintos orígenes (digerido de biometanización, lodos de depuradora, etc.), para su compostaje. Los lodos de depuradora van directamente a biometanización, donde se mezcla con la fracción orgánica procedente de otras fuentes. Hay que señalar que

los lodos también pueden tratarse directamente por compostaje (mezclados con una importante proporción de residuo vegetal).

En este escenario 2 los residuos van separados en dos bolsas.

- 1) La fracción orgánica es biometanizada junto a la totalidad de los lodos de depuradora.
- 2) Los residuos entran a la planta de tratamiento para la recuperación de los residuos de envases.

La cantidad total estimada de residuos entrados en este escenario es de 210t/d y el total de residuo enviado a vertedero es de 104t/d lo que representa un 50% del total de residuos tratados en la planta.

Una vez planteados los escenarios 1 y 2 se puede estimar en resumen los costes

Por procesos y escenarios.

TABLA 1

2.3.4. Presupuesto: Envases, Biometanización, Vertido

RUBRO: ENVASES

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	ESCENARIO 1			USD	USD
1	Coste de explotación	tn	17,50	50,00	850,50
2	INGRESOS: PET	tn	0,20	50,00	10,00
3	PEAD	tn	2,00	100,00	200,00
4	PAPEL	tn	10,00	60,00	600,00
	ESCENARIO 2				
5	Coste de explotación	tn	53,00	50,00	2.650,00
6	INGRESOS: PET	tn	1,70	50,00	85,00
7	PEBD	tn	9,60	100,00	960,00
8	PEAD	tn	3,20	100,00	320,00
9	PAPEL	tn	25,00	60,00	1.500,00

RUBRO: BIOMETANIZACION (COMPOST)

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	ESCENARIO 1			USD	USD
1	Coste de explotación	tn	16,00	100,00	1.600,00
2	INGRESOS: COMPOST AFINADO	tn	16,00	50,00	800,00
	ESCENARIO 2				
5	Coste de explotación	tn	18,00	100,00	1.800,00
6	INGRESOS: COMPOST AFINADO	tn	18,00	50,00	900,00

RUBRO: VERTIDO

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	ESCENARIO 1			USD	USD
1	Coste de explotación	tn	146,50	20,00	2.930,00
2	Sellado y mantenimiento	tn	146,50	3,00	439,50
3	Impacto Ambiental	tn	146,50	8,00	1.172,00
	ESCENARIO 2				
5	Coste de explotación	tn	108,00	25,00	2.160,00
6	Sellado y mantenimiento	tn	108,00	3,00	324,00
7	Impacto Ambiental	tn	108,00	8,00	864,00

2.3.5. Ingresos y Costes por procesos y escenarios por cada día

TABLA 2

ESCENARIO 1

DESCRIPCION	ENVASES	BIOMETANIZACION	VERTIDO
Sellado y Mantenimiento	0	0	440
Impacto Ambiental	0	0	1.172
Coste de explotación	850	1.600	2.930
Ingresos	810	800	0
Ingresos – Costes	-40	-800	-2.930

ESCENARIO 2

DESCRIPCION	ENVASES	BIOMETANIZACION	VERTIDO
Sellado y Mantenimiento	0	0	324
Impacto Ambiental	0	0	864
Coste de explotación	2.650	1.800	2.160
Ingresos	3.165	900	0
Ingresos – Costes	515	-900	-2.160

El coste de sellado de vertedero han sido estimados tomando como referencia los costes soportados por instalaciones similares en la primera etapa del relleno sanitario. En cuanto al mantenimiento pos- clausura del vertedero se ha considerado que los costes de las actuaciones posteriores a la clausura representan en alrededor del 10% de los costos totales de tratamiento de residuos.

El valor anual de los costes externos producidos por la presencia del relleno sanitario a las poblaciones cercanas por efectos sobre la salud, la calidad de vida y el patrimonio de las personas se puede estimar en base a un ejercicio de preferencias sobre el uso del suelo y el costo por m² del terreno. La disposición a pagar por el alejamiento del relleno sanitario puede emplearse como una aproximación del coste que deben soportar en términos de calidad de vida y afectación patrimonial por su proximidad a las instalaciones de relleno sanitario.

La diferencia de la valoración económica del impacto ambiental entre los dos escenarios radica en el hecho de suponer que el daño ambiental a compensar es proporcional a la cantidad de residuo vertido y, por tanto, superior en el primer escenario.

Los costes de explotación incluyen los costes fijos y variables de cada proceso. Entre los fijos están la mano de obra fijo y en los variables, están los costes de mantenimiento de las instalaciones, combustible, electricidad, etc.

Estos costes verifican variaciones significativas respecto a los procesos de reclasificación de envases y vertido. El incremento que se verifica en el proceso de clasificación de envases, en el escenario 2, es debido sobre todo a la necesidad de más personal para realizar el triaje de los envases ligeros, papel, cartón y vidrio. Respecto al vertido, se produce una disminución en el coste de explotación en el segundo escenario, debido al mayor rendimiento de los procesos a causa de la separación de los residuos en el origen (dos bolsas) reduciendo así el volumen de residuos vertido.

Comparando los ingresos en los dos escenarios, es espectacular el incremento que se produce por la venta de productos recuperados en el triaje de la línea de clasificación en el escenario 2. Lo mismo ocurre en el proceso de biometanización donde también se verifica un sustancial aumento en los ingresos procedentes de la posible venta de energía, de los subproductos recuperados y de la venta del compost. Todo ello, favorece la sustitución de materia prima virgen por inputs secundarios provenientes de productos reciclados y, por tanto, la sostenibilidad de la gestión de los recursos.

Si hallamos la diferencia entre costes de explotación e ingresos obtenidos, para los dos escenarios, se puede comprobar en la tabla que el resultado verifica una sustancial mejoría en el escenario 2, en los tres procesos de tratamiento de los residuos. Por tanto, podemos concluir que la separación en el origen de los residuos tiene un impacto económico significativo en la gestión sostenible de los mismos.

2.4. REQUISITOS LEGALES

Introducción.-

Los poderes públicos deben velar por que los efectos de las actividades humanas sobre el medio ambiente no sean inaceptables, y una de las herramientas para garantizarlos es la elaboración y aplicación de la normativa legal.

Ley # 9937 “LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL” registro oficial 245, 30-VII-99

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS.

Libro VI anexo 6

Dando cumplimiento a norma legal TITULO II POLITICAS NACIONALES DE RESIDUOS SÓLIDOS.

Articulo 32 Ámbito Social:

- b) “Promoción de la participación ciudadana en el control social de la prestación de servicios, mediante el ejercicio de sus derechos y de sistemas regulatorios que garanticen su efectiva representación”.

Articulo 33 Ámbito Económico financiero.

- a) “Garantía de sustentabilidad económica de la prestación de los servicios volviéndolos eficientes y promoviendo la inversión privada”.

Articulo 34 Ámbito institucional.

- h) “Fomento a la participación en el sector de residuos sólidos”.

Conforme a la norma:

Articulo 4.11 párrafo 2

“Las municipalidades o personas responsables del servicio de aseo, de conformidad con las normas administrativas correspondientes podrán contratar o conceder a otras entidades las actividades de servicio”.

2.5. OBJETIVOS Y METAS

Objetivo.-

Las establecidas en la norma de calidad ambiental LIBRO VI ANEXO 6

La norma tiene como objetivo la prevención y control de la contaminación ambiental, en lo relativo al recurso aire, agua y suelo.

El objetivo principal de la presente norma es salvaguardar, conservar y preservar la integridad de las personas, de los Ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general

El objetivo de la empresa GERBAL es implantar buenas prácticas de Gestión ambiental que permita abordar y solucionar los problemas detectados.

TABLA 3

Formato de objetivos		
Objetivo # 1 Gestión de residuos:		
Descripción: Implantación de modelos de recogida selectiva puerta a puerta de residuos sólidos: domiciliarios y viales		
Ámbito de mejora: Zona urbana de la parroquia.		
Responsable de desarrollo: Director técnico de la empresa.		
Tiempo de desarrollo previsto: 1 año		
Fechas de control: Mensual		
METAS	Descripción	Unidad de medida
Meta n1	Crear una conciencia ambiental 80%	Personas/mes
Meta n 2	Los residuos sólidos de domicilios serán depositados Y recogidos en fundas plásticas 50%	Kg./mes
Meta n 3	Recogida selectiva puerta a puerta de residuos 50%	Kg./mes
Meta n 4		

2.6. PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS

TABLA 4

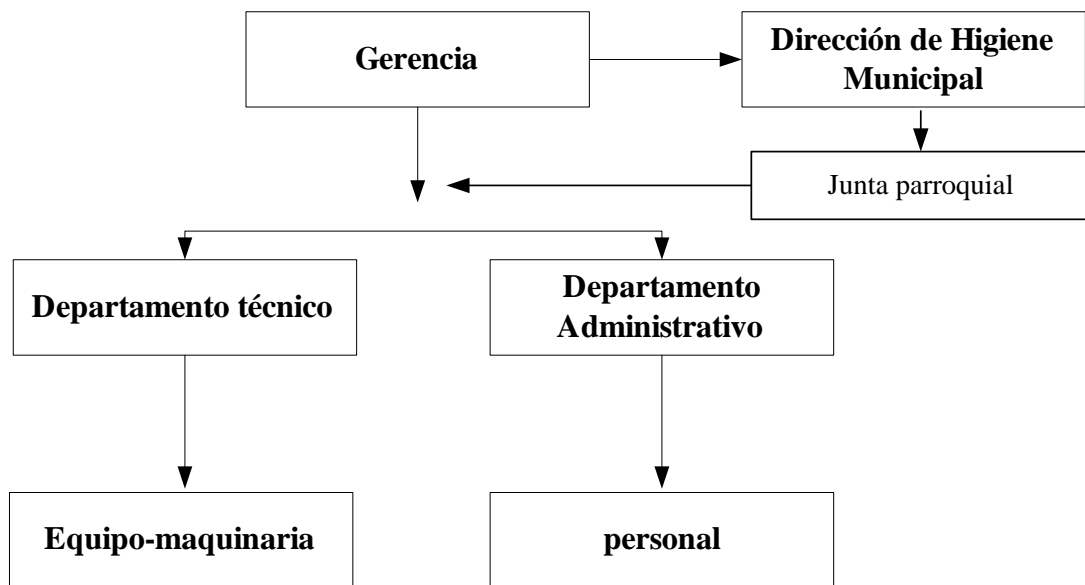
Empresa GERBAL

Objetivo n 1: Gestión de residuos							
Descripción: Implantación de modelos de recogida puerta a puerta de residuos sólidos: domiciliarios y viales							
Ámbito de mejora: Zona urbana de la parroquia							
METAS	Nivel de partid	Nivel alcanza	Fecha Periodo	Responsable	Recursos Asignados	Referencia	Periodo Registrado
Crear una Conciencia Ambiental 80%	10%	80%	1 año	Director Técnico	Material Didáctico	Bibliografía	Cuando Evalúe
Recogida RSU en Fundas plásticas 50%	10%	50%	6 meses	Jefe de personal	Proveedor de fundas	Libro de registro	Cuando recoja residuo
Recogida Selectiva Puerta a Puerta 50%	0%	50%	1 año	Director Técnico	Costo de cubos plásticos	Campaña de concientización	Cuando recoja residuo

2.7. IMPLANTACION CONTROL Y FUNCIONAMIENTO

Estructura y responsabilidades.

Organigrama de la Empresa GERBAL



2.7.1. Actividades de la gestión.

Comprendidos en este concepto se encuentran las siguientes actividades:

- Recogida de RSU.
- Barrido de calles.
- Almacenamiento en contenedores.
- Transporte.
- Vertido.

Como concepto general la recogida selectiva de residuos sólidos urbanos consiste en recoger puerta a puerta las fundas de basura.

El barrido de calles comprende la limpieza manual con escoba 1 0 2 veces por semana de acuerdo a los requerimientos de sus habitantes y en coordinación con la junta parroquial

Almacenamiento consiste en acumular los residuos producto de la recogida en contenedores ubicados en lugares previamente establecidos por las autoridades respectivas.

Transporte consiste en trasladar el contenedor una vez lleno hasta el vertedero, tratando de mitigar los impactos.

Vertido consiste en depositar los residuos sólidos en el vertedero (relleno sanitario) y en el lugar que indiquen las autoridades respectivas.

- A continuación se analizan los tres conceptos que se estudian para cada una de las actividades:
- Zona de aplicación
- Constitución del equipo de trabajo.
- Condición de su prestación

2.7.2. Zona de aplicación.-

La zona urbana en función de un plano de cada una de las parroquias propuestas esto es Huachi Grande, Montalvo, Totoras y Picaihua, que tienen características similares en la generación de residuos.

2.7.3. Constitución y análisis del rubro de trabajo

Los medios que se utilizaran para estas actuaciones en cada una de las parroquias, el planteamiento es idéntico

TABLA 5

NOMBRE DEL PROPONENTE: GERBAL						
OBRA: Gestión de residuos sólidos en las parroquias						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Gestión de residuos en 5 actividades ...					UNIDAD:	Tn
DETALLE:						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Volqueta	1,000	15,000	15,000	0,500	7,500	
Cargadora	1,000	25,000	25,000	0,100	2,500	
			0,000		0,000	
SUBTOTAL M					10,000	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Chofer (tipo D)	1,000	1,400	1,400	0,500	0,700	
Operador (G)	1,000	1,510	1,510	0,100	0,151	
Peon (I)	2,000	1,350	2,700	3,000	8,100	
SUBTOTAL N					8,951	
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
			A	B	C=A*B	
Contenedor		UNIDAD	0,001	500,000	0,500	
Carretilla		UNIDAD	0,010	20,000	0,200	
Escobas		UNIDAD	0,500	0,500	0,250	
SUBTOTAL O					0,450	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			A	B	C=A*B	
					0,000	
					0,000	
SUBTOTAL P						
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			19,401	
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%			3,880	
		OTROS INDIRECTOS %				
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			23,281	
		VALOR OFERTADO			23,28	

El costo ofertado por tonelada de gestión de residuos es de 23,28 US (VEINTE Y TRES 28/100 DOLARES)

2.7.4. Condiciones de su prestación.

A continuación se analizarán dentro de este apartado los aspectos ya considerados anteriormente.

- Frecuencia de la prestación de la actividad.
- Horario.
- Rendimiento.

2.7.5. Frecuencia de la prestación de las actividades.

En función del diagnóstico ambiental, se estima:

Dos peones del sector, con carretilla y escobas para la barrida, recogida, almacenamiento y transporte de los residuos sólidos, de lunes a sábado.

El contenedor que servirá de almacenamiento.

La volqueta para el transporte del contenedor hacia el vertedero, mínimo una vez por semana, en función de los requerimientos.

La cargadora cuando lo requiera y las necesidades lo exijan.

2.7.6. Horario

El horario será la jornada diaria en horarios previamente establecidos con la Dirección de Higiene y la Junta parroquial.

2.7.7. Rendimiento.

Los rendimientos están sujetos al cumplimiento de las actividades señaladas.

2.9. REUNION DE CONTROL

TABLA 6

Formato: Reunión de control

REUNION DE CONTROL			
Objetivo n 1: Gestión de residuos, Implantación de modelos de recogida puerta a puerta de residuos sólidos urbanos: domiciliarios y viales.			
.Fecha. Trimestrales.			
Asistente Director técnico del Departamento de Higiene Director técnico de la Empresa GERBAL Jefe de operación y mantenimiento (encargado de las actividades)			
Responsable de desarrollo: Director técnico de la empresa GERBAL			
METAS	Cumplimiento Necesario %	Cumplimiento Real %	Acciones Derivadas
Crear una conciencia Ambiental 80%			
Recogida de RS En fundas plásticas 50%			
Recogida selectiva puerta a puerta 50%			
OBSERVACIONES			

2.10. REUNION DE REVISION DEL SISTEMA

TABLA 7

Formato: Reunión de revisión del sistema

REUNION DE REVISION DEL SISTEMA			
Fecha:			
Asistentes:			
ELEMENTOS REVISAR	A	COMENTARIOS	ACCIONES DERIBADAS
Diagnostico			
Política			
Objetivos y metas			
Programas de gestión Ambiental			
Implantación y control De los programas			
Otros			
OBSERVACIONES			

CAPITULO III

ESTUDIO ECONOMICO

Las Alternativas Escenarios 1 y 2 planteados, se analizan económicamente con el parámetro de evaluación el Valor Actual Neto (VAN)

3.1. FLUJO NETO DE CAJA (FNC_K)

Es la generación de fondos durante cierto período que generalmente es el año.

FNC_K = Flujo Neto de Caja del Año K

FNC_K = Ingresos – Egresos

Considerando todos los factores:

$$FNC_K = (R_K - C_K - A_K)(1-t) - (I_K + V_{CTNK}) + A_K + (A-t')(V_{RK} - V_{LK})$$

R_K , ingresos del año K o ahorros.

C_K , costo o egresos del año K.

A_K , depreciación contable del año K

I_K , inversión del año K.

V_{CTNK} , variación del capital de trabajo neto del año K.

t' , impuesto sobre las ganancias del capital (plusvalía).

V_{RK} , valor residual o de reventa del activo al final del año K.

V_{LK} , valor en libros del activo al final del año K.

$$A_K = A'_K / (1+d)^K$$

V_{LK} = Valor original – A_K (acumulado)

$$U_{AI} = (R_K - C_K - A_K)$$

$$\text{Impuesto} = \text{Fracción Básica} + t * U_{AI}$$

$$U_{NK} = U_{AI} - \text{Impuesto}$$

DATOS:

De la TABLA 2. Ingresos y Costos por procesos y escenarios por cada día

I_o = I _o	\$	Inversion Inicial
R_k = 1107.750	\$	Ingresos: 3165*350=
C_k = 967.250	\$	Egresos 2650*365
N' = 8	años	Tiempo depreciación fiscal
N = 10	años	Vida útil
t = 0	%	Imp sobre los beneficios
t' = 0	%	Imp. Plusvalía
r = 12	%	Tasa de actualización

TABLA 8: FLUJO NETO DE CAJA

AÑO	RK	CK	A'K	UNK	FNCK
0					Io
1	1107.750	967.250			140.500
2	1107.750	967.250			140.500
3	1107.750	967.250			140.500
4	1107.750	967.250			140.500
5	1107.750	967.250			140.500
6	1107.750	967.250			140.500
7	1107.750	967.250			140.500
8	1107.750	967.250			140.500
9	1107.750	967.250			140.500
10	1107.750	967.250			140.500

3.2. EVALUACION ECONOMICA

Método del valor actual neto (VAN)

El VAN de una inversión es igual a la suma algebraica de los valores actualizados de los flujos netos de caja asociados a esa inversión.

$$VAN = \sum_{K=0}^N \frac{FNC_K}{(1+r)^K}$$

FNC_K = Flujo Neto de Caja del Año K

r = Tasa de Actualización o Costo de Capital

K = Número de Orden del Año.

$$VAN = -I_o + \sum_{K=1}^N \frac{FNC_K}{(1+r)^K}$$

$$VAN = -I_o + 801.230$$

Conclusión.- Para que el proyecto Alternativa Escenario 2 sea rentable el VAN debe ser positivo por lo que la inversión I_o no debe ser mayor que 801.230 Dólares

CAPITULO IV

ESTUDIO SOCIAL

Al entrar en ejecución el presente proyecto, se generaran beneficios directos e indirectos en el contexto mundial, nacional, regional e interno de la provincia.

Uno de los beneficios directos es la generación de empleo, utilización de mano de obra de la zona y como beneficios indirectos es el control y mitigación de la contaminación atmosférica, del agua y el suelo.

CAPITULO V

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La gestión de residuos, sean urbanos o de cualquier otro tipo, debe tener como objetivo final su eliminación mediante la búsqueda de las soluciones ambiental y económicamente más adecuadas posibles.

A pesar de los avances de los últimos años, las emisiones asociadas a la gestión de RU Siguen provocando importantes impactos sobre el medio ambiente y la salud pública.

Puesto que las emisiones asociadas con la gestión de los residuos son las que en última instancia generan los impactos, se han identificado las principales emisiones del proceso de gestión. Para ello, se ha empleado un análisis de ciclo de vida parcial (ACVP), que tiene en cuenta (1) la recogida (y transporte) y (2) el procesamiento de los residuos (vertedero controlado, incineración y reciclaje), pero no la generación de los mismos.

Los impactos identificados (tabla 9) emanan, por tanto, de las emisiones asociadas a los procesos de (1) recogida y transporte, (2) deposición en vertedero controlado, (3) incineración y (4) reciclaje. La intensidad de los impactos dependerá de factores como (a) el tipo de emisión, (b) la cantidad y composición de los residuos, (c) la opción de gestión utilizada y (d) los receptores del impacto⁴ _

4. Organismos presentes en el medio ambiente a los que pueden afectar las emisiones generadas durante la gestión de los residuos (seres humanos. Fauna y flora, edificios, etc.)

TABLA 9 Principales emisiones e impactos en la gestión de RU

OPCIÓN	Principales emisiones e impactos
Recogida / Transporte y funcionamiento de las plantas	- Emisiones de dióxido de carbono y otros contaminantes, ruido, olores y congestión debido al transporte de residuos y al funcionamiento de las plantas de tratamiento.
Vertedero	- Emisiones de metano que contribuyen al calentamiento global y a peligros locales como el riesgo de incendio y explosiones. - Riesgos de contaminación del agua debido a los efluentes líquidos. - Uso del suelo (uso no sostenible de recursos) ruido y olores.
Incineración	- Emisiones de contaminantes atmosféricos (NO_x , SO_2 , HCl , partículas y dioxinas) y de gases de efecto invernadero (CO_2 y N_2O) que contribuyen al calentamiento global. - Cenizas y residuos asociados con los sistemas de control de emisiones atmosféricas, que deben ser tratados como residuos peligrosos. - La recuperación energética puede sustituir a fuentes fósiles, evitando emisiones de dióxido de carbono (impacto positivo).
Reciclaje	- Los procesos más impactantes son la recogida selectiva y el transporte de los residuos. Además, en el caso de los envases ligeros el reciclaje tiene asociado un elevado consumo de agua.

Fuente: Smith et al. 2001

5.1. RECOGIDA Y TRANSPORTE.

La recogida y transporte, consistente en el conjunto de operaciones que se realizan desde que los residuos son generados y presentados en los puntos de recogida hasta que son descargados en los centros de tratamiento, constituye el primer paso en la gestión de RU. Esta fase es fundamental en la gestión del proceso, ya que lo que ocurre en esta parte del sistema afecta a lo que sucede al final del proceso, cuando los residuos son tratados para su eliminación (deposición en vertedero e incineración sin recuperación energética) o para el aprovechamiento de los recursos contenidos en los mismos (reciclaje).

Esta fase del proceso exige el uso de vehículos que emiten gases y partículas contaminantes, que tienen impactos negativos sobre receptores diversos (tabla 10)

TABLA 10 Emisiones e impactos del transporte

Gas	Medio	Efectos sobre la salud		Menores cosechas agrícolas	Daño forestal	Daño a edificios	Efectos climáticos	Ecosis
		Mortalidad	Morbilidad					
CO ₂	Aire						*	
NO _x	Aire	*	*		*	*		
PM ₁₀	Aire	*	*			*		
SO ₂	Aire	(*)	(*)	*	*	*		((

Fuente: Elaboración propia a partir de COWI 2000

Notas explicativas: Efecto medible. (*) efecto parcialmente medible. «!» efecto no medible.

« » Efecto no medible pero poco significativo.

«?» Efecto incierto no medible, casilla en blanco: efecto desconocido.

Además de esos impactos, el transporte de residuos ocasiona accidentes de tráfico, deterioro de carreteras y ruido; este último es especialmente relevante en el caso de los materiales reciclables (fundamentalmente, envases de vidrio).

Aunque los impactos serán los mismos independientemente del modo en que se lleve a cabo la recogida (recogida en masa o recogida selectiva), su magnitud será específica de cada caso concreto y variará en función de (1) las distancias recorridas, (2) los vehículos utilizados y (3) la ratio de utilización de los mismos, que son los factores que determinan la cuantía de las emisiones. La tabla 11 muestra los factores de emisión empleados para calcular las emisiones de la fase de recogida y transporte.

Muestra, además, el coste estimado de los accidentes de tráfico por carretera que será incluido en el cálculo de las externalidades.

TABLA 11 Factores de emisión de los vehículos (kg/t - km)

Carga del vehículo	Utilización	CO ₂	NO _x	PM ₁₀	SO ₂	Accidentes €/t km
		(kilogramo / tonelada - kilómetro)				
50 toneladas	50%	0,0857	0,000364	0,000245	0,0000269	0,02
30 toneladas	50%	0,0334	0,000183	0,000017	0,0000105	0,02

Fuente: Brown et al. 2000

5.2. PROCESAMIENTO DE LOS RESIDUOS.

La finalidad de esta segunda fase es transformar las características físicas de los RU, ya sea mediante el reciclaje, la incineración o la deposición en vertederos controlados.

5.2.1. Vertido controlado.-

El término vertido hace referencia al depósito de los residuos en lugares acondicionados para tal fin, conocidos con el nombre de vertederos (relleno sanitario) en los que se deposita el máximo volumen posible de residuos en un espacio mínimo.

Durante el tratamiento de RU en vertederos controlados se emiten gases de efecto invernadero como Dióxido de Carbono (CO₂) y Metano (CH₄) y efluentes líquidos como Nitrógeno y Cloruros.

Además de los impactos asociados a esos contaminantes, que se muestran en la tabla 12, el tratamiento en vertedero provoca ruido, polvo, olores y ocupación de suelo. Por otro lado, en los vertederos con recuperación energética existen impactos positivos ligados a la reducción de emisiones de otros modos de generación (emisiones desplazadas), con la consiguiente disminución de los impactos.

Además, la existencia de sistemas de recogida de efluentes reduce las emisiones de lixiviados al suelo y a acuíferos.

Cuantificación de las emisiones.- Para cuantificar de las emisiones ligadas a la gestión en vertedero, se han considerado los contaminantes atmosféricos de las fases de transporte (emisiones indirectas) y explotación (emisiones directas), pero no las emisiones desplazadas.

Puesto que las emisiones dependen, entre otros factores, de la cantidad de residuos gestionados, es necesario conocer la cantidad de RU tratados en los vertederos.

TABLA 12

Tabla 4 Emisiones e impactos de la deposición en vertedero								
Contamin.	Medio	Efectos sobre la salud		Menores cosechas agrícolas	Daño forestal	Daño a edificios	Efectos climáticos	Ecosistema
		Mortalidad	Morbilidad					
CH₄	Aire						*	(())
CO₂	Aire						*	(())
COV_s	Aire	(*)		(())				
Dioxinas (1)	Aire	(*)	(*)					((*))
Polvo	Aire	((?))	((?))			((?))		
Efluentes líquidos	Suelo y agua	((?))	((?))					((?))

Fuente: Brown et al. 2000

Fuente: COWI, 2000

Notas: Efecto medible, (*) efecto parcialmente medible, «'» efecto no medible, « » efecto no medible pero poco significativo. «?» Efecto incierto no

Medible, casilla en blanco: efecto desconocido. (1) únicamente cuando el gas del vertedero es recogido y quemado o utilizado para recuperar energía.

Según los datos de **la Dirección** de higiene del municipio de Ambato, se generan 180 tn/diarias en vertedero controlado, ubicados en el sector de Chachoan. La gestión de estos residuos da lugar a la emisión de un valor medible de toneladas de contaminantes.

5.2.2. Incineración

La incineración es un proceso de combustión controlada en el cual se efectúa una reducción de peso y, sobre todo, volumen de los residuos mediante la transformación de éstos en cenizas, escorias y gases.

Durante el proceso de combustión, se emiten contaminantes atmosféricos y efluentes líquidos producidos en el sistema de purificación de gases, que son normalmente poco relevantes (Brown et al 2000). Además, se generan residuos sólidos secundarios (cenizas y escorias) ruido e impacto visual (asociado con la presencia de las chimeneas). Los contaminantes específicos y el medio al que afecta cada uno se muestran en la tabla 13, junto con algunos impactos de la incineración. La tabla no recoge, sin embargo, impactos positivos de la incineración con recuperación energética como la disminución de emisiones de otros modos de generación y la consiguiente reducción de impactos. Tampoco muestra los beneficios ligados recuperación de metales y a la generación de residuos sólidos secundarios, que pueden ser utilizados con fines comerciales.

TABLA 13

Emisiones e impactos de la incineración

Contamin.	Medio	Efectos sobre la salud		Menores cosechas agrícolas	Daño forestal	Daño a edificios	Efectos climáticos	Ecosistemas
		Mortalidad	Morbilidad					
Partículas (PM₁₀)	Aire	*	*			*		
NO_x (y O₃)	Aire	*	*	(())	*	*		(())
SO₂	Aire	(*)	(*)	*	*	*		((*))
CO	Aire	(*)	(*)				*	
COVs (1)	Aire	(*)						
CO₂	Aire						*	
HCl, HF	Aire	((?))	((?))	(())	(())	(())		((?))
Dioxinas	Aire	(*)	((*))					((*))
Metales pesados	Aire	(*)	((*))					((*))
Dioxinas	Agua	((?))	((?))					((?))
Metales pesados	Agua	((?))	((?))					(())
Sales	Agua							((?))
Residuos sólidos secundarios	Suelo & Agua	((?))	((?))					((?))

Fuente: COWI, 2000

Notas: * Efecto medible, (*) efecto parcialmente medible, ((*)) efecto no medible, (()) efecto no medible pero poco significativo, ((?)) efecto incierto no medible, casilla en blanco: efecto desconocido; (1) los efectos de COV relacionados con O₃ y los daños asociados a ellos se incluyen en la casilla de NO_x.

Cuantificación de las emisiones.- Para cuantificar las emisiones ligadas a la incineración de RU, se han considerado los contaminantes atmosféricos de las fases de transporte y explotación. No se ha tenido en cuenta el efecto desplazamiento de la recuperación energética ya que, a pesar de que se reconoce como uno de los mayores beneficios de la incineración (COWI 2000).

Tampoco se han cuantificado los efluentes líquidos porque se consideran poco relevantes.

Puesto que las emisiones de la incineración dependen de la cantidad de residuos que siguen esta vía de gestión.

Las emisiones de la incineración se derivan de la misma forma que las del vertido controlado, aunque es necesaria alguna modificación para incluir las emisiones del

tratamiento de las cenizas que se generan durante el proceso de combustión. De este modo, se obtiene que la casi totalidad de las emisiones de la incineración fueron atribuibles al CO₂ de la fase de explotación, que también tiene asociada la emisión de otros contaminantes (cadmio, plomo, partículas y gases ácidos). La cantidad de contaminantes emitida durante la fase de transporte de RU a las incineradoras (SO₂, PM₁₀, NO_x Y CO₂) supera a la emitida en los vertederos durante esa misma fase. La razón hay que buscarla en las mayores distancias recorridas, al tener que transportar los residuos secundarios a vertedero.

5.2.3. Reciclaje

El reciclaje es un proceso que tiene como finalidad la recuperación, de forma directa o indirecta, de algunos de los componentes que contienen los RU: papel y cartón, envases de vidrio y envases ligeros (plásticos, aluminio y metales férricos), fundamentalmente.

Denison (1996) revisó varios estudios sobre los impactos totales del reciclaje de RU y concluyó que el reciclaje tiene asociados impactos positivos como (1) ahorro energético (electricidad y combustibles), debido a que generalmente es necesaria menos energía para la elaboración de bienes terminados a partir de materiales reciclados, (2) disminución de la generación de sustancias peligrosas y (3) reducción de emisiones convencionales como SO₂, PM₁₀ Y CO₂. Además, (4) contribuye a reducir la utilización de reservas de recursos finitos y (5) evita impactos asociados con la extracción de materias primas como ruido, polvo, emisiones atmosféricas, efluentes líquidos, tráfico, efectos sobre la biodiversidad y, en el caso de la extracción de papel, cambios en la absorción de carbono.

Entre los impactos negativos del reciclaje figuran (1) el transporte de residuos recogidos de forma selectiva y (2) el proceso de separación de materiales, que generan emisiones susceptibles de afectar negativamente al medio ambiente. Otras emisiones se asocian con la utilización de detergentes y emisiones de materiales volátiles generadas durante las fases de calentamiento y fusión (ejemplo, las emisiones de calcen ocasionado por la fundición del vidrio), aunque estas últimas son poco significativas (Brown et 2000). Otros impactos negativos incluyen impacto visual ocasionado por los contenedores o el espacio que éstos restan en aceras y zonas de aparcamiento.

Cuantificación de las emisiones

Para cuantificar las emisiones del reciclaje una tonelada de RU, es necesario calcular, en primer lugar, las emisiones directas e indirectas de los gases de efecto invernadero PM10, NOx y SO2, asociadas con el reciclaje de una tonelada del distinto material que fueran recogidos de forma efectiva. A continuación, deben calcular las emisiones asociadas con reciclaje de una tonelada de RU.

Para estimar las emisiones totales por tonelada de material tratado, se tendrán en cuenta las toneladas de RU recogidos selectivamente y tratadas posteriormente en plantas.

Los resultados indican que las emisiones negativas, asociadas con el ahorro energético de materias primas compensan la emisión positiva que se generan durante la gestión (recogida y transporte + tratamiento) de los distintos materiales recogidos de forma selectiva.

En lo que al PM10, NOx y S02 se refiere, las emisiones negativas del proceso de transformación de: materiales compensan las emisiones: positivas asociadas con la recogida selectiva y el transporte por carretera de los residuos a los centros de tratamiento. Los mayores ahorros de PM 10 corresponden, en este: orden, al reciclaje de aluminio (20 kg/t de material), metales férricos (1 kg/t de material); vidrio (9 kg/t de material), papel (2 kg/t de material) y plásticos de alta densidad (1 kg/t de material).

El reciclaje de plásticos de baja densidad produce emisiones netas positivas pero próximas a cero.

En lo que al NOx se refiere, los mayores ahorros corresponden también al reciclaje de aluminio (234 Kg/t de material), seguido de los plásticos de alta densidad (-7 Kg/t de material), plásticos de baja densidad (4 Kg/t de material) y papel (1 Kg/t de material). Por otro lado, el reciclaje de vidrio y metales férricos genera emisiones netas positivas de 1 y 2 kilogramos por tonelada de material, respectivamente. En cuanto al S02, el mayor ahorro neto corresponde igualmente: al reciclaje del aluminio (68 Kg/t de material), seguido del papel (4 Kg/t de material), los plásticos de alta densidad (3 Kg/t de: material), los metales férricos (3 Kg/t de material). Las emisiones netas del reciclaje de vidrio son nulas y las de los plásticos de baja densidad positivas (5 Kg/t de material).

Una vez estimadas las emisiones por tonelada de material reciclado, se pueden calcular las emisiones del reciclaje por tonelada de RU. Para ello, se han multiplicado las emisiones asociadas con el reciclaje de cada fracción de residuo por la proporción de cada material en la composición de los RU (Smith et al. 2001). Se han utilizado las estimaciones de la Diputación ForJi de Gipuzkoa (2002) sobre cantidad de materiales reciclables que: hay en una tonelada de RU.

El mayor ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero por tonelada de RU reciclado se asocia con el reciclaje de papel (184 Kg. de C02 equivalente), seguido de los metales (171 Kg. de C02 equivalente; el cálculo está basado en la media de las emisiones del aluminio y los metales férricos), los plásticos (113 Kg. de C02 equivalente; el cálculo está basado en la media de las emisiones de PET y PEAD) y el vidrio (27 Kg. de C02 equivalente). El flujo total de emisiones, calculado como la suma del flujo de los componentes individuales y teniendo en cuenta la composición media de los RU en el se puede determinar la cantidad de kilogramos de C02 equivalente por tonelada de RU. La cifra negativa significa que el reciclaje de una tonelada de KU permite un ahorro neto de gases de efecto invernadero.

Las emisiones netas de partículas y gases ácidos del reciclaje de una tonelada de RU, calculado como la suma de los componentes individuales, equivalen a -2,12 kilogramos de PM 10, -0,49 kilogramos de N0x y -0,88 kilogramos de S02 por tonelada de RU reciclada. Los cálculos para los plásticos están basados en la medida de las emisiones de PEBD (Polietileno de Baja Densidad) y PEAD. Para calcular las emisiones netas de los metales se toma la media de las emisiones del aluminio y los metales férricos.

La meta N. 3 Recogida selectiva de acuerdo al modelo futuro de residuos propuesto y al escenario 2: balance de materia global a partir de recogida en dos bolsas, es decir una Gestión de residuos completa e integral esto es con:

Recuperación y reciclaje.

Esta técnica es importante, y en particular en el plano psicológico.

Esta muy relacionada con los dispositivos de recogida selectiva.

Materiales reciclables.

Se trata antes de nada del vidrio, de los metales, del papel y cartón y de las materias plásticas. De manera general, no hay que perder de vista que las materias recicladas nunca tendrán el mismo valor que las materias vírgenes. El vidrio el material que mejor se recicla podrá servir para fabricar botellas, pero no cristales y espejos. La chatarra será utilizada ampliamente en hierro, los plásticos para juguetes u objetos masivos y, en cuanto al papel, cada una de las operaciones traduce por una disminución de la longitud de las fibras: un papel de lujo se convertirá en papel cada vez más ordinario (papel de periódico), después cartón, y al final una pasta inutilizable tras unos diez ciclos.

Operaciones de reciclaje.

Son complejas la mayoría de las veces. Por ejemplo, todo papel escrito o impreso debe pasar por una operación de eliminación de las tintas. Ciertas impurezas perjudican al reciclaje, como la presencia de plástico en el reciclaje del papel. Por ello, se recomienda no poner sobres plásticos en los lotes de papel para reciclar y evitar el papel glaxofonado. Se pide, además, no poner envases contaminados con restos de comida en los lotes de plástico etc., ya que todo esto reduce de forma importante la cantidad efectiva de residuos reciclables.

Precio del reciclaje.

Recuperación y reciclaje son solo excepcionalmente operaciones “rentables”, en particular, siempre que se aproveche la energía necesaria para tales operaciones, y especialmente a través del transporte. No obstante, son benéficas en el plano ético del medio ambiente.

Conclusión.

En los países mas avanzados en esta técnica, la tasa de reciclaje es del orden de 15% a 20% del peso bruto de los residuos. Pretender lo contrario es ilusorio a menos que se cambie la definición de “reciclaje” (por ejemplo incluyendo el compostaje en este término). Dicho esto, es normal que se intente recuperar todo lo que pueda aun servir, lo que es de sentido común. Una solución seria aumentar la duración de la vida útil de los productos....pero esto es otra historia.

5.3. PROCESOS BIOLÓGICOS.

5.3.1. El compostaje.

Se trata de la transformación de la fracción orgánica de los residuos en mantillo (compost) utilizable en agricultura. Son compostables los residuos vegetales o animales, así como los “residuos verdes”, resultado del mantenimiento de parques y jardines públicos o privados. El principio de este proceso se conoce desde hace miles de años. Las distintas técnicas han sido estudiadas y racionalizadas en los últimos cincuenta años.

5.3.2. La metanización

Una variante reciente de este proceso consiste en mantener los residuos en una atmósfera caliente sin oxígeno (en la práctica, sin exceso de aire). Estas condiciones son llamadas anaerobias. Como el gas así producido tiene una fuerte proporción de metano (50% al menos), este proceso es llamado “metanización”. No debe confundirse con la “gasificación” en caliente, que es un proceso térmico.

El metano, altamente combustible, puede utilizarse para una producción de calor. Donde este calor (o este gas) pueda ser usado directa y localmente, esta técnica es interesante. Hay que subrayar, no obstante, que tiene una explotación más delicada que el compostaje ordinario y que el residuo (llamado a menudo “digesto”) es de menor valor agrícola que el compost, por la razón evidente de que el carbono que se ha retirado con el metano ya no queda en el compost. El balance global de la operación es, por tanto, moderado, salvo en el caso de condiciones locales muy favorables.

Ventajas y límites de estos procesos.

La ventaja más evidente es que se trata de la reintroducción de una parte de los residuos en los ciclos naturales, que es lo ideal en el tratamiento de residuos. Las estaciones de compostaje tienen que estar muy vigiladas (el mantenimiento de una humedad conveniente es muy importante) pero no necesita un personal altamente cualificado. Se necesitan realizar análisis regularmente, pero se pueden encargar a laboratorios externos.

Los límites del proceso son evidentes: sólo puede compostarse la parte orgánica: los desechos alimentarios muy fácilmente, el papel moderadamente, la madera muy despacio, los metales. El vidrio y el plástico, en absoluto. Es necesario, por lo tanto, realizar un triaje.

Hace unos treinta años, este triaje estaba integrado en el proceso; quedaba entonces evacuar los "rechazos de compostaje". Desde entonces, se prefiere la colecta y los tratamientos selectivos (por ejemplo: el triaje-compostaje).

¡Cuidado! Esta colecta selecciona por su naturaleza misma los residuos fácilmente degradables. Es necesario que la colecta sea frecuente y, si es posible, cotidiana para evitar problemas de olores e incluso de salud pública. Esto es cierto sobre todo en verano, donde los contenedores especializados pueden llegar a sentirse desde lejos.

En todo caso, **sólo alrededor de un tercio de los residuos urbanos pueden ser compostados, y nunca más de la mitad.**

Un problema capital: el mercado

La principal dificultad es la comercialización del compost o, al menos, su destino final. Producir con muchos gastos (la colecta diferenciada cuesta cara) un compost que acabamos quemando por falta de clientes es algo sin sentido. Esto, no obstante, ha sido, visto más de una vez. Los principales obstáculos para la utilización del compost (o del digesto) son los siguientes:

- Los problemas legales. Tomando apoyo en el "principio de precaución", tan temible como confuso, la legislación ha fijado umbrales para un gran número de cuerpos químicos, desde el plomo y el mercurio hasta insecticidas y fungicidas y a ciertos compuestos utilizados en los abonos. Esto tiene como consecuencia que actualmente es muy difícil, por no decir imposible, producir un compost reglamentario. Un simple cálculo muestra que la presencia de una o dos pilas de transistor basta para que todo el contenido de un contenedor de 3 toneladas de residuos sea inepto para su compostaje. No es la tarea del técnico dar lecciones al legislador, pero éste debería sacar las consecuencias de los reglamentos que decreta y decírselo. Lo mismo ocurre con el esparcimiento en la agricultura de los lodos residuales, proceso que, no obstante, ha venido siendo utilizado durante siglos antes de ser prohibido, con lo que se recurre a técnicas incomparablemente más costosas.
- Una fobia anti-residuos. Salimos del ámbito de la técnica para en el de la psicología. La connotación de "residuo" es extremadamente peyorativa excepto para los que ya han pensado sobre el tema. Los residuos son inherentes a toda actividad doméstica o industrial. Sin embargo, se han llevado a cabo acciones anti-compost muy violentas,

ciertos grupos agroalimentarios han llegado incluso a hacer que sus proveedores de frutas y verduras firmen unas "cartas" comprometiéndose a no utilizar ni compost ni lodos residuales, en una óptica únicamente comercial.

Conclusión

La gran cuestión sigue siendo la siguiente: "¿qué hacer con el compost que vamos a producir?". Un estudio de mercado serio y prudente es indispensable antes de lanzarse en una aventura tal, técnicamente apasionante, éticamente ilusionante, pero que tiene el riesgo de volverse económicamente catastrófica.

En el proyecto de compost que están en plena ejecución actualmente en el relleno sanitario de la ciudad de Ambato los resultados están por verse

5.4. PROCESOS TÉRMICOS

Generalidades

Esta familia de procesos tiene como objetivo transformar la fracción orgánica de los residuos en productos estables, esencialmente en gas carbónico, vapor de agua y residuos sólidos. El calor desprendido durante la combustión puede ser recuperado -en general en forma de vapor- y utilizado como calor proveniente de cualquier otra fuente.

Las tres principales familias de procesos térmicos son:

5.4.1. La incineración: en la que toda la parte carbonada se transforma directamente en gas carbónico.

En la práctica, uno de los primeros objetivos de la incineración es reducir todo lo posible la cantidad de residuos sin quemar. Para esto, es necesario asegurarse de que el aire penetre hasta el núcleo de la ignición, por lo que hay que "atizar" el fuego.

Antes de 1930, se utilizaban anticuadas barras de hierro.

Ahora, esta operación se automatiza gracias a rejillas aireadas por debajo, rejas cuyos movimientos hacen moverse a los residuos de un sitio a otro (reja en forma de rodillo, de escalera, de pisos móviles, etc.).

Cuando los residuos son demasiado líquidos y corren el riesgo de pasar por los agujeros de aireación, se utilizan hornos giratorios.

Los residuos en grano, en polvo o los residuos líquidos pueden ser mantenidos en una posición adecuada gracias a una corriente de aire ascendente que sirve a la vez de soporte y de aire comburente. Es la técnica de los lechos fluidizados. Existen distintas variantes, todas muy eficaces.

5.4.2. La pirolisis (o termólisis o carbonización): la oxidación tiene lugar en una atmósfera voluntariamente pobre en oxígeno, creándose gases combustibles (metano y Óxido de carbono). El calor emite una reducción de los tonelajes de residuos a tratar: si se retiran 5kg de vidrio de 100 Kg. de residuos, quedarán 95 Kg. de residuos a tratar con 20 a 25 Kg. de residuos sólidos, pero el total de "materiales inertes" que quedan al final de ciclo será idéntico con o sin colecta diferenciada. Un balance deberá siempre ser global si queremos que sea honesto.

- Los gases de combustión. Ocurre lo mismo con los gases emitidos por distintos procesos: La transformación de madera en carbón emite menos gases que la combustión directa de la madera. Pero si se añade los humos producidos por la combustión del carbón, el resultado es idéntico. Así, en el tratamiento de residuos, si se añade los gases producidos "in fine" durante la combustión del gas inicial a los del proceso propiamente dicho, se ha realizado en definitiva una incineración de dos etapas.

Para concluir, los tratamientos térmicos permiten la eliminación de la totalidad de los residuos con la excepción de los residuos sólidos (cenizas y escorias, alrededor del 30%), que deberán ser redirigidos a un vertedero

- Los residuos no sólidos - los humos. Una etapa importante de estos procesos está en el tratamiento de residuos no sólidos y, en particular, de los gases llamados corrientemente "humos". Las exigencias legales que pesan sobre estas emisiones son cada vez más estrictas. Con la excepción de la temperatura, los umbrales legales son

prácticamente los mismos que los relativos a la atmósfera impuesta en los lugares de trabajo.

Técnicamente hablando, los problemas están resueltos. Hay que saber, sin embargo, que - por citar un solo ejemplo- el tratamiento de las dioxinas y furanos necesita la construcción de un equipamiento cuyo precio es comparable al resto de la incineradora. Aquí también, el técnico no puede sino inclinarse ante los reglamentos, pero su deber ha de ser informar al legislador de las consecuencias de sus exigencias.

Algunos elementos complementarios que influyen en los costes

Tales instalaciones necesitan ser explotadas por un personal altamente cualificado y que debe recibir un salario en consecuencia. La entidad que proyecta una planta de este tipo pide uno o dos años, una vez que se toma la decisión. Después, se necesita otro tanto para la realización del proyecto. Además, todas estas plantas han de poseer un "laboratorio" debidamente equipado.

- La utilización de los subproductos debe ser estudiada con mucha atención y mucha prudencia.

- el calor puede ser usado para la calefacción y para la producción de electricidad. Si la producción se limita a la electricidad, el rendimiento sin cogeneración no puede superar el 30 ó 35% de la energía disponible por la naturaleza de las cosas (teorema de Carnot).

. Si se utilizan calorías de bajo nivel (agua caliente), se puede elevar el rendimiento a más del 80%, pero esto supone que se dispone de clientes en número suficiente a lo largo de todo el año. Esto puede ser un problema en las regiones turísticas de clima relativamente caliente, ya que las calorías disponibles son muy abundantes cuando menos se necesitan.

. La mejor solución es suministrar a instalaciones industriales cuando esto es posible (electricidad + calor = cogeneración).

En este caso, es aconsejado construir la planta a proximidad de los usuarios ya que el calor se transporta mal. Si no es posible recuperado localmente, se puede considerar

el producir sólo electricidad, ya que ésta se puede transportar, pero con inversiones complementarias que tienen su coste y sus dificultades de explotación. .

- El problema de las salidas concierne a todos los procesos térmicos. En el caso de la fabricación de productos intermediarios como los residuos de pirolisis o gas combustible, es esencial asegurarse de las salidas de estos subproductos. Fabricar un residuo de pirolisis para luego enviarlo a vertedero sería ridículo. En cuanto al gas, almacenarlo en grandes cantidades necesitaría especiales precauciones, ya que este gas es explosivo, como todos los gases combustibles, y muy a menudo tóxico porque contiene una fuerte proporción de óxido de carbono (CO).
- Tratamientos de las cenizas y de las escorias

Conclusión

Los procesos térmicos tienen la gran ventaja de poder tratar todas las categorías de residuos en las mejores condiciones técnicas. Sin embargo, suponen una importante inversión, un personal de explotación altamente cualificado y el respeto estricto de los umbrales de tolerancia.

5.5. EL VERTEDERO (RELLENO SANITARIO) (O "CENTRO DE ENTERRAMIENTO TÉCNICO")

Generalidades

Este proceso, que consiste en meter los residuos en un agujero, se realiza desde la antigüedad: ¡el sueño de los arqueólogos es encontrar un vertedero de hace cuatro o cinco mil años! Esto muestra, además, que ciertos residuos quedan inalterables, y en particular la alfarería, etc. De todas maneras, la técnica ha evolucionado profundamente en estos últimos decenios.

5.5.1. Los vertederos controlados

Durante los años 30, se recomendaba el "vertedero controlado", que consistía en depositar los residuos en capas de menos de dos metros de espesor, sin compactación excesiva bajo una capa de arena que deja pasar el aire pero no los insectos o los roedores.

Los residuos se descomponen así de manera natural hacia formas estables y sin producción de gases insuficientemente oxigenados como el metano o los compuestos del azufre o del fósforo, con olores característicos de huevos podridos, de coles en descomposición, etc. El inconveniente de este método es que ocupa mucho espacio y que utiliza materiales de recubrimiento muy costosos, como la arena.

5.5.2. Los vertederos compactados

El proceso que ha remplazado a esa técnica es el del "vertedero compactado". Los residuos se depositan en capas de diez metros de espesor o más, compactados por máquinas pesadas. El recubrimiento se realiza únicamente al terminar el funcionamiento del vertedero. Así, se pueden depositar cuatro o cinco veces más residuos en el mismo lugar. La consecuencia más importante es que -una vez depositados- los residuos van a degradarse en condiciones anaerobias, de manera relativamente lenta, con producción de gases no oxigenados, malolientes y considerados muy nocivos para el cambio climático. La degradación hacia formas estables dura unos veinte años. Esta degradación se ha analizado muchas veces y se conoce muy bien ahora. Además, la humedad de los residuos es de 30 a 40% en peso, y más si se añaden lodos (provenientes del tratamiento de aguas residuales o de otras industrias), y esta agua deberá ser evacuada. Esta agua fluye entre la masa de residuos y se acumula en el fondo, concentrándose. Este fenómeno se suele denominar lixiviación, y el líquido, lixiviado (el término de "lavado" hubiera sido más adecuado)

Si se deja que el proceso se desarrolle de forma natural, se llega a un líquido negro, muy maloliente, cargado de diez a veinte veces más que un agua residual muy difícil de tratar. Por lo tanto, se deben tomar precauciones especiales, y en particular para los vertederos de clase 1, reservados para los residuos peligrosos, es decir, los que figuran en una lista oficial puesta al día periódicamente.

5.5.3. Marco legislativo

Clasificación

Distinguimos actualmente entre tres tipos de centros de enterramiento técnico (CET):

El fondo del vertedero habrá de ser estanco, gracias a un conjunto de capas impermeables

- La clase I para los residuos peligrosos que aparecen en una lista oficial.
- La clase II para los residuos urbanos y los asimilados, siempre que puedan ser considerados como "residuos últimos", es decir, que ya no pueden ser tratados con otro proceso.
- La clase III para los residuos "inertes", esencialmente gravas y residuo de obra, (escombreras). De todas maneras, hay que desconfiar de la palabra "inerte". En ciertas condiciones, algunos elementos pueden descomponerse, produciendo el olor bien conocido a huevos podridos.

5.5.4. Disposiciones técnicas

A propósito del lugar del vertedero

La primera precaución es el medio ambiente y los acuíferos. Se deberá examinar atentamente las características geológicas del lugar, en especial en zonas calcáreas. Los accesos deberán equiparse de manera que se evite la llegada de aguas pluviales al vertedero.

A propósito de la explotación del vertedero

Excepto en una configuración geológica excepcional (por ejemplo, por la presencia de una capa de arcilla estable de varias decenas de metros de espesor), el fondo del vertedero habrá de ser estanco, en general, gracias a un conjunto de capas impermeables (arcilla y geomembranas).

Deberá poseer un drenaje adecuado para recolectar los lixiviados y favorecer la circulación y la evacuación de gases de vertedero. Estos gases, mitad compuestos por metano, sólo podrán recolectarse con equipamientos costosos. Como contienen numerosas impurezas, no podrán ser usados más que directamente en el mismo lugar del vertedero de manera rudimentaria. Normalmente, se queman en el mismo vertedero. Por último, se recomienda

explotar un vertedero en "celdas" separadas unas de otras a partir de una superficie importante. Así, en caso de accidente, se podrá utilizar una parte del vertedero.

A propósito de los residuos

Teniendo en cuenta las disposiciones legales, la mayor parte de los residuos deberán ser tratados obligatoriamente antes de ser depositados en vertedero. Podemos citar, en especial:

- La colecta diferenciada y la recuperación material, así como el compostaje antes del vertido.
- Los residuos húmedos deben ser sometidos a una deshidratación más o menos enérgica. Las tecnologías son variadas, eficaces y conocidas, pero muy a menudo caras.
- Los residuos demasiado ricos en COT (Carbono Orgánico Total) y, en particular, los restos de combustión -lo que se denomina residuos de depuración de humos- son objeto de tratamientos específicos. Se puede:
 - rodeados con un cemento de secado rápido para obtener un producto análogo al hormigón,
 - rodeados con un cemento de secado lento, con adición de puzolana. Tenemos entonces un "cemento romano", como el del puente de Gard que desafía a siglos de antigüedad,
 - realizar una vitrificación a alta temperatura, con lo que se obtiene una especie de basalto, que soporta miles y miles de años.

Todos estos procesos son bastante costosos.

A propósito de los lixiviados

Por muchas precauciones que se tomen, siempre habrá lixiviados.

Deberán ser tratados antes de verterlos al exterior. Un lixiviado "joven" (de menos de una semana) no está más cargado que un agua residual, aunque su composición es diferente, así que puede ser tratado con procesos relativamente simples como el lagunaje aireado. Un lixiviado "medio" (de algunas semanas) necesita ya una atención especial. Un lixiviado

"viejo" (de un año o más) se convierte en imposible de tratar según métodos clásicos. Lo mejor es quemarlo como un residuo industrial en un horno especializado... ¡pero quemar agua Siempre cuesta caro!

Elementos complementarios antes de una decisión

El vertedero es un auténtico proceso de eliminación pero las exigencias legales que lo rodean lo convierten actualmente en un tratamiento tan caro como los otros. Por ejemplo, cada vertedero debería poder disponer de un laboratorio especializado (análisis de gases, de lixiviados, de algunos residuos entrantes...).

El proceso obliga a transportar residuos hasta el vertedero, a veces .a varios kilómetros de distancia del lugar de la colecta. Los accesos han de ser fáciles para contenedores a menudo muy voluminosos.

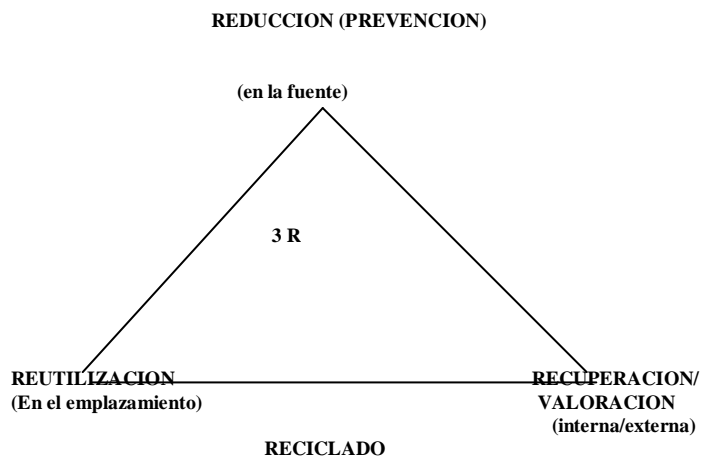
No se debe olvidar que un vertedero "se llena" al contrario que otras instalaciones que únicamente "envejecen". Cuando un vertedero está lleno, hay que buscar otro lugar, y no simplemente actualizarlo.

CAPITULO VI

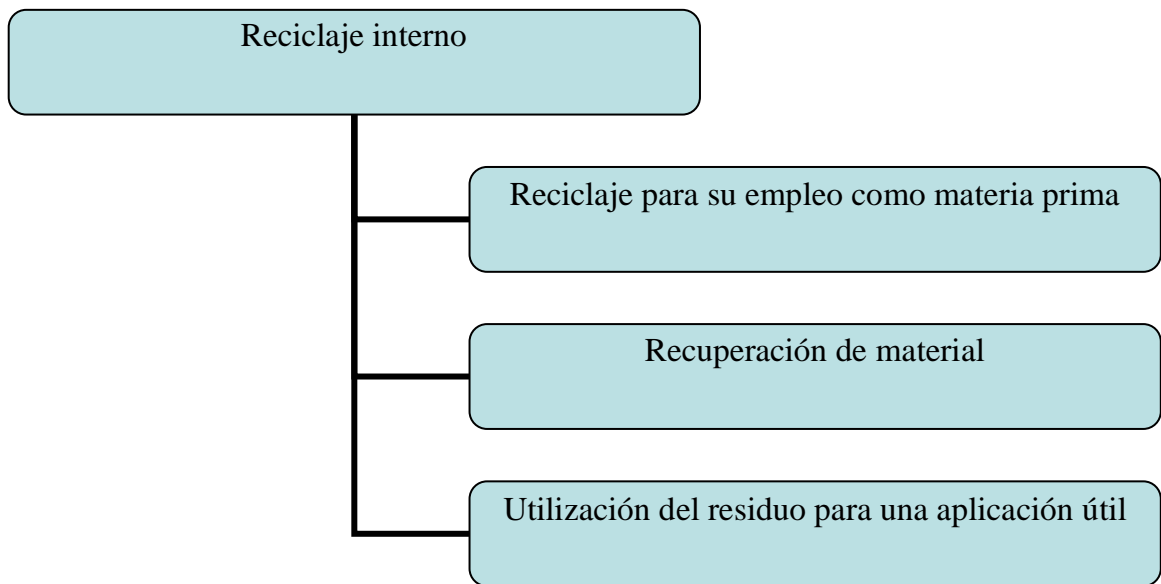
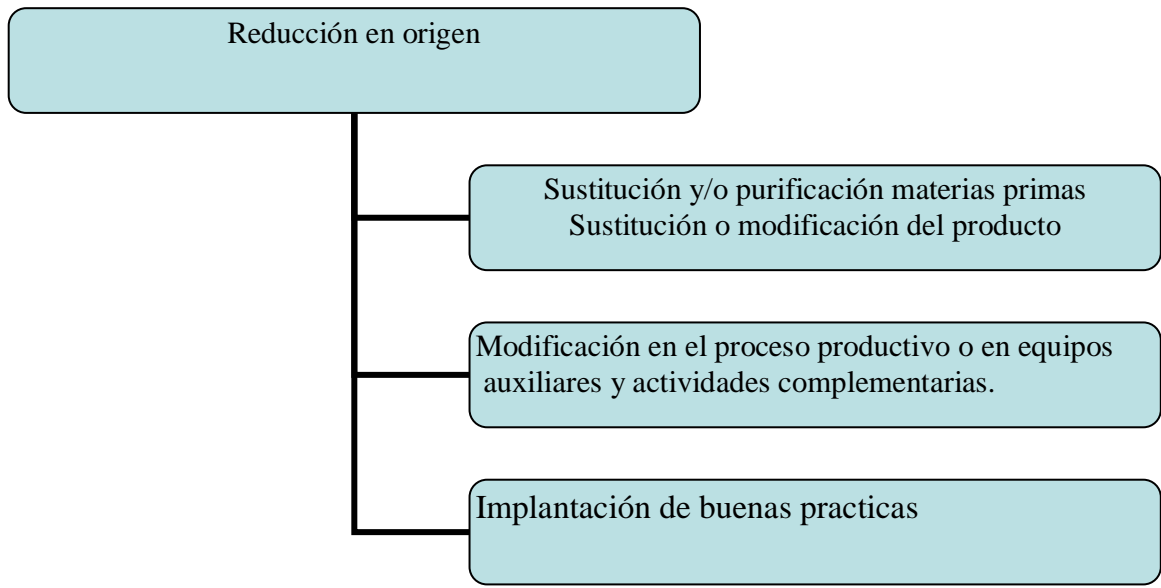
MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS

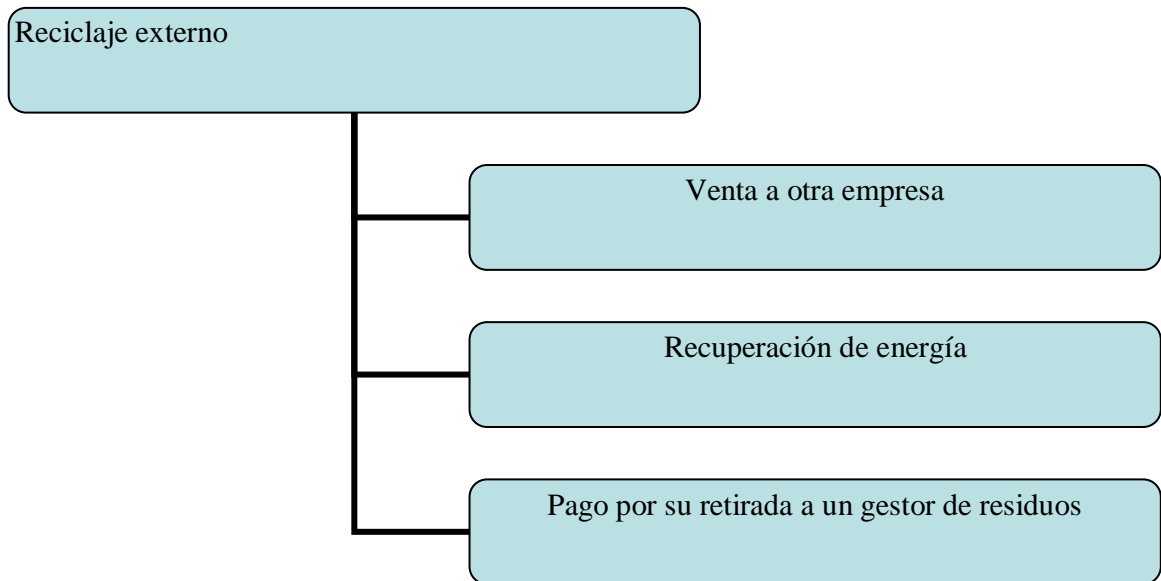
6.1.- ESTUDIO DE MINIMIZACIÓN.- Organización de medios humanos y técnicos de una empresa, con el objetivo de sustituir, en la medida de lo posible, la gestión clásica de residuos mediante sistemas de tratamiento y eliminación al final del proceso, en base:

Filosofía

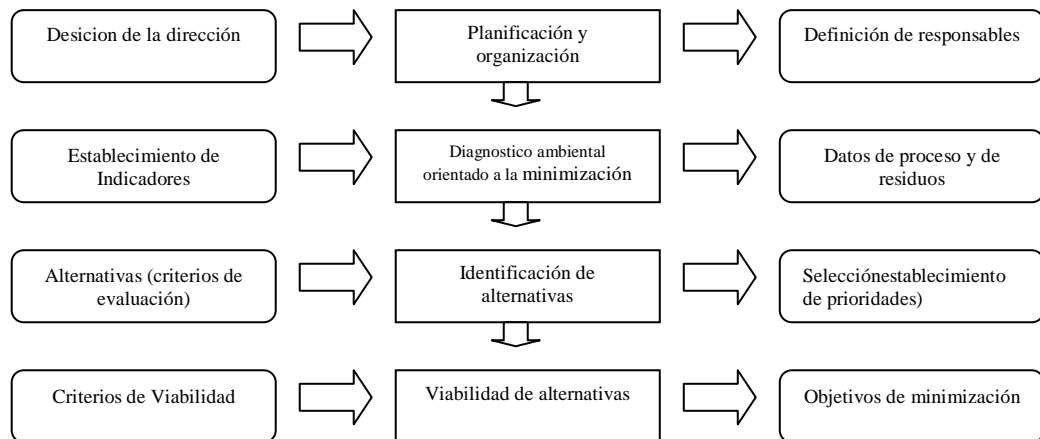


6.1.1.- Exploración De Alternativas E Interés Medioambiental





6.2.- ELABORACION DEL ESTUDIO DE MINIMIZACION DE RESIDUOS



CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conviene resaltar, que la gestión sostenible de los residuos exige la formulación de una serie de acciones por parte de los gobiernos que se traduzcan en nuevas legislaciones o regulaciones que incentiven la consecución de los objetivos de reducción en el origen y reciclado. En ese sentido, hay dos aspectos que adquieren especial importancia en la política a aplicar por parte de los gobiernos. Primero, el estimular el desarrollo de los mercados para los productos reciclados y, segundo, el establecimiento de un sistema de precios que refleje la totalidad de los costes del servicio e induzca a los usuarios a hacer un uso racional del servicio, estimulándole reciclado y la reducción en el origen

Desde el punto de vista teórico, esta claro que una política de recogida selectiva de los residuos es un factor clave en el desarrollo de los programas de reciclaje. El resultado obtenido en el análisis de dos escenarios alternativos de gestión de los residuos pretende únicamente reforzar esta idea.

En este sentido este trabajo tiene el objeto de aportar, mediante la valoración económica de los balances de masas que se derivan de los dos escenarios considerados, evidencia empírica sobre tal afirmación

La implementación de sistemas de recogida puerta a puerta y de pago por generación de los residuos constituyen ámbitos de actuación suficientemente novedosos como para que las estrategias comunicativas asociadas no puedan seguir las pautas ordinarias. Así, la política comunicativa deberá prever factores que tienen que ver con el contexto en que se desarrolla la propuesta y otros factores relacionados con la propia estrategia comunicativa.

En cuanto a los primeros, es recomendable la existencia de consenso político previo a la decisión sobre la puesta en marcha. Este consenso constituye la base para que esta cuestión se enfoque principalmente desde una perspectiva técnica. En segundo lugar, la implantación simultánea de la recogida puerta a puerta y del sistema de pago por generación exige un mayor grado de pedagogía hacia los ciudadanos, en la medida en que se trata de cambios que influirán en la conducta de la población y que, por tanto, conviene transmitir con mucha claridad y transparencia y sin dar lugar a equívocos. Finalmente, es conveniente anticipar algunos efectos que potencialmente se pueden dar, como son el turismo de residuos y la

reducción de residuos derivadas de la implantación, con objeto de crear una cierta conciencia en el ciudadano.

Respecto a los factores propios de los procesos de comunicación, conviene destacar la necesidad de una buena información previa a la implantación, basada en la información personalizada y apoyada en la entrega de los materiales necesarios para participar en la recogida selectiva. Adicionalmente, sobre todo en la primera etapa de funcionamiento, se debe disponer de un sistema de seguimiento de las incidencias eficaz, que normalice el sistema de recogida en un periodo de tiempo breve. A su vez, la supervisión de la evolución de la implantación puede contribuir a identificar problemáticas solucionables con la previsión de medidas complementarias a las inicialmente previstas. En definitiva, la recogida puerta a puerta y los sistemas de pago por generación deben adaptarse progresivamente al cambiante entorno local, así como lo han de hacer los instrumentos comunicativos que los acompañan y que son del todo fundamentales para garantizar su buen funcionamiento.

Los impactos ambientales y la cuantía de los costes externos son diferentes en cada método de gestión y dependen tanto de la fase de recogida y transporte como del tratamiento final elegido. Esta segunda etapa es la que más influye en la divergencia que pueden mostrar los valores.

Los costes externos por tonelada de residuo incinerado en una planta sin recuperación energética varían entre los 50 y los 180 dólares. Los costes externos de la gestión en vertederos controlados oscila entre los 22 y los 25 dólares por tonelada de residuos urbanos, mientras que el reciclaje de materiales ofrece un beneficio externo que ronda los 25 dólares por tonelada de residuos urbanos.

La gran cuestión sigue siendo la siguiente: "¿qué hacer con el compost que vamos a producir?". Un estudio de mercado serio y prudente es indispensable antes de lanzarse en una aventura tal, técnicamente apasionante, éticamente ilusionante, pero que tiene el riesgo de volverse económicamente catastrófica.

En todo caso, sólo alrededor de un tercio de los residuos urbanos pueden ser compostados, y nunca más de la mitad.

En el proyecto de compost que están en plena ejecución actualmente en el relleno sanitario de la ciudad de Ambato los resultados están por verse

En los países mas avanzados en esta técnica, la tasa de reciclaje es del orden de 15% a 20% del peso bruto de los residuos. Pretender lo contrario es ilusorio a menos que se cambie la definición de "reciclaje" (por ejemplo incluyendo el compostaje en este término). Dicho esto, es normal que se intente recuperar todo lo que pueda aun servir, lo que es de sentido común. Una solución seria aumentar la duración de la vida útil de los productos....pero esto es otra historia.

Los procesos térmicos tienen la gran ventaja de poder tratar todas las categorías de residuos en las mejores condiciones técnicas. Sin embargo, suponen una importante inversión, un personal de explotación altamente cualificado y el respeto estricto de los umbrales de tolerancia.

BREVE SÍNTESIS

- El reciclaje y los procesos biológicos se encargan únicamente de una fracción de los residuos, en cualquier caso menos de la mitad.
- En todos los procesos, queda una fracción residual del orden de 25 a 30% del peso (mucho menos en volumen), que habrá de ser depositada en vertedero.
- Si se considera la producción de un material intermedio (compost, residuo de pirolisis, gas de síntesis), es indispensable prever sus salidas. Es una actividad comercial difícil para la que los municipios rara vez están bien equipados.

Todas las técnicas aquí expuestas son eficaces y probadas. Todas tienen sus límites, sus exigencias... y su precio. Todas son útiles porque son "complementarias".

La inversión en plantas de tratamiento de residuos urbanos, económicamente es alto y financieramente difícil, por lo que se recomienda los rellenos sanitarios técnicamente realizados, con procesos complementarios de compostaje, tratamiento mecánico biológico, y reciclaje con equipo simple esto es el tromel y clasificación manual.

CAPITULO VIII

ANEXOS

7.1. SISTEMAS DE RECOGIDA PUERTA A PUERTA Y DE PAGO POR GENERACIÓN

La recogida puerta a puerta es el sistema de recogida de basuras que ha funcionado tradicionalmente, con la diferencia de que actualmente se propone de forma selectiva. Su implantación conlleva la desaparición de los contenedores como procedimiento habitual de recogida, bien sea para todas las fracciones o sólo para algunas, que en cualquier caso incluyen el rechazo y la fracción orgánica. Únicamente se dejan algunos contenedores para el depósito de residuos en casos de emergencia.

El modelo puerta a puerta permite dar un cumplimiento efectivo a la obligatoriedad de la recogida selectiva, ya que aquellos residuos que no son entregados según las condiciones establecidas por el municipio no se recogen. De esta forma, se alcanzan niveles de recuperación siempre por encima del 60% y, en algunos casos, incluso por encima del 80%. A diferencia de un modelo basado en contenedores, en el que la mayor parte de los recursos se destinan a la recogida de rechazo, en el caso de modelos de recogida puerta a puerta, el grueso de recursos se dirigen a la recogida selectiva. Esto se consigue dimensionando la recogida de cada fracción según su generación y características, siendo siempre la recogida de la fracción orgánica la de una periodicidad mayor y haciendo la recogida de rechazo tan sólo uno o dos días por semana. De esta forma, también se consigue que lo más cómodo para el ciudadano sea participar de la recogida selectiva. Esto y el mayor control que posibilita la desaparición del anonimato en la entrega de residuos explican la gran diferencia de resultados alcanzados respecto a los sistemas convencionales.

Por otra parte, la identificación del usuario que permite la recogida puerta a puerta hace posible formular la tasa de basuras de manera que cada domicilio pague en función de la cantidad y tipología de residuos que produce (además de otras características del servicio recibido), lo que se conoce como pago por generación. Estos sistemas son más justos para los usuarios, ya que, de otra forma, los pequeños generadores subvencionan el coste de los grandes y, además, son los únicos sistemas capaces de generar un incentivo en los ciudadanos para la reducción y, sobre todo, un mayor reciclaje de residuos.

Los sistemas de pago por generación se basan en estandarizar el elemento con el que se depositan los residuos y pagar en función de las características de este elemento. Los dos sistemas más extendidos son los sistemas de pago por bolsa y de pago por contenedor. En el primer caso, el Municipio o Gestor, sólo recoge un grupo específico de bolsa que el mismo Municipio o Gestor, distribuye e incorpora en el precio de estas bolsas el importe de la tasa de basuras. De esta manera, cuantas más bolsas utilizadas, mayor es la tasa pagada. En el segundo caso, el Municipio asigna a los domicilios o inmuebles cubos de uso exclusivo y éstos pagan la tasa en función del volumen y/o número de recogidas. Normalmente, las fracciones reciclables se entregan a un coste cero, de forma que se incentiva que no se mezclen para evitar pagarlas como rechazo.

Nos ocuparemos de los principales aspectos de comunicación a considerar en un proceso de implementación de un modelo de recogida puerta a puerta y de una tasa de pago por generación, centrándose en los rasgos específicos que comportan estos modelos. Aunque se adopta un planteamiento general y las sugerencias tienen validez para la práctica totalidad de sistemas de este tipo que se pretendan aplicar. Siendo las campañas comunicativas un elemento clave para garantizar el éxito en la implantación de estos nuevos sistemas de

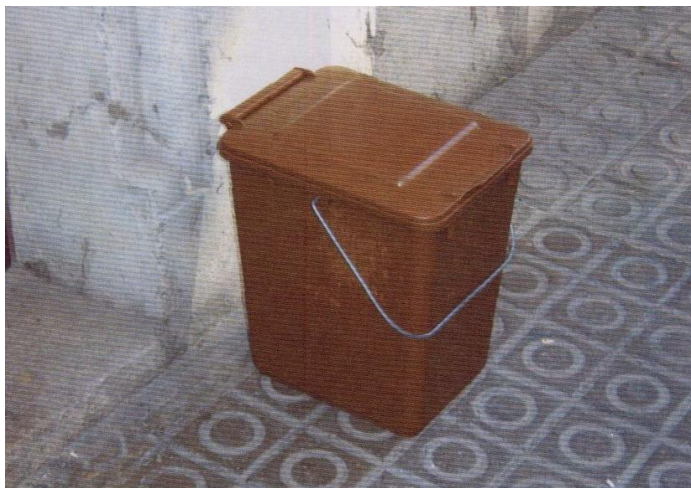


gestión de residuos

Bolsa estandarizada para la materia inorgánica y clave del sistema de pago por generación.

7.1.1. Participación en la discusión previa a la implantación

En un proceso de implantación de estos sistemas, es necesario contar con un grupo de discusión, que puede ser la Dirección de higiene del Municipio, que tenga como función opinar sobre las principales decisiones, acompañar el proceso de implantación y hacer un seguimiento posterior. También es el órgano adecuado para detectar a priori las diversas sensibilidades del municipio, parroquia.



Cubo para residuo orgánico

Este foro debe reunir entidades del municipio, partidos políticos y determinados particulares interesados. Más allá de su carácter formalmente consultivo, puede convertirse en el marco donde se decidan aspectos relevantes de la implantación, particularmente aspectos que no estén estrictamente definidos por cuestiones técnicas (calendario de implantación, tratos diferenciales entre zonas ...). Con una composición diversa y dotada de toda la información, puede reforzar las decisiones técnicas y políticas y permite avanzar en la búsqueda del consenso. Este consenso debe incluir particularmente a los partidos políticos.

Los sistemas puerta a puerta y el pago por generación alteran los hábitos de forma importante, hecho que puede suponer un rechazo por parte de determinados sectores, y convertir el debate en una cuestión partidista.

7.1.2. Necesidades materiales para la campaña

Al margen de la función del citado foro, es necesaria una campaña comunicativa previa a la implantación que llegue a la mayoría de la población y que debería tener una duración aproximada de tres meses entre preparación y ejecución.

La infraestructura mínima necesaria para el equipo que lleve a cabo la campaña es una sala con ordenador, teléfono con contestador automático y mesa de reuniones. Será el centro operativo de la campaña, donde se realizarán las reuniones, se almacenará el material y desde donde se efectuarán las llamadas telefónicas, que juegan un papel fundamental en la campaña informativa. Preferentemente, este local también puede utilizarse como un Punto de Información, de manera que se pueda aprovechar para hacer tareas administrativas en aquellos momentos en que no haya público a quién atender.

En cuanto a las necesidades de información, es muy importante disponer de una relación informática actualizada de todos los domicilios que pagan la tasa de basuras, que convendría superponer a la relación de los habitantes que poseen segunda residencia en el municipio, donde también consten los datos de su residencia habitual. Asimismo, es necesario un listado de todas las actividades comerciales que pagan tasa de basuras.

Por otra parte, es fundamental diseñar unos materiales de divulgación que cubran las diversas necesidades de información de los diferentes perfiles de ciudadanos. Esencialmente, debe elaborarse un paquete informativo que explique los argumentos ambientales que motivan el cambio y que exponga el esquema funcional del nuevo modelo de recogida. También debe incluir el nuevo calendario, horarios y normas de entrega de cada fracción de residuos, así como el horario y funcionamiento del punto limpio y del resto de servicios complementarios. Para simplificar los mensajes a los ciudadanos, es conveniente que la información a los comercios se dé en materiales independientes.

Este paquete informativo es la base argumental en la comunicación interpersonal, de manera que los gráficos, datos y razonamientos expuestos de forma gráfica y comprensible son bien recibidos por parte del equipo de comunicadores y del público receptor.

Estos materiales informativos se acompañan de los elementos de contención necesarios para llevar a término la separación en origen con la máxima comodidad. Por ejemplo, cubos de 10 litros para ser utilizados en el interior del domicilio para segregar la fracción orgánica y cubos de 25 litros de tapa semihermética, como medio de disposición de esta misma fracción en la calle. Esta propuesta dual suele ser bien recibida y rebate el argumento habitual de que un cubo que ha estado en la calle no se puede dejar nuevamente en la cocina sin una limpieza previa. Esta entrega se puede acompañar también con diversos paquetes de bolsas compostables, para que los usuarios se familiaricen con su formato.

Paralelamente a la edición de este paquete informativo para cada hogar, conviene editar materiales de contenido más genérico, como pósteres para colocar en comercios y puntos informativos o pancartas de gran formato. Es recomendable elaborar diversos paneles informativos con los diferentes materiales gráficos de la campaña, que se pueden utilizar como elemento de atracción e información en actuaciones en la vía pública.

7.1.3 Intervenciones informativas y comunicativas

Un punto de partida adecuado para comenzar la campaña es convocar salidas colectivas a instalaciones de recogida y tratamiento de residuos, así como a lugares donde la recogida de puerta a puerta esté en funcionamiento.

Seguidamente, cuando una parte de la población ya ha oído hablar de la voluntad municipal de modificar el servicio de recogida de basuras, se puede iniciar propiamente la campaña de comunicación. Un primer paso es la realización de charlas sobre los objetivos de la iniciativa y la mecánica de funcionamiento.

Conviene recomendar que estas reuniones o charlas sean previas al proceso de comunicación puerta a puerta a los vecinos. Haciéndolas previamente, es posible que acuda a la convocatoria la población más sensible a la problemática y que se genere una corriente de opinión positiva. En el caso de que aparecieran discrepancias, éstas se pueden canalizar a través del forum que se haya establecido para asumir la participación ciudadana. Aun así, es posible que, en caso de implantación no inminente, la capacidad de convocatoria sea baja.

El siguiente paso es la campaña de comunicación puerta a puerta, la cual, aparte de informar, tiene como objetivo entregar los paquetes informativos y los cubos a los hogares que todavía no los tienen. Dado que todos los domicilios necesitan los materiales y, particularmente, los cubos de la fracción orgánica para poder participar en el sistema, conviene fijar unos objetivos ambiciosos de entregas. Un objetivo cuantitativo razonable sería llegar al 90% de los hogares habitados del municipio, aunque este umbral dependerá de las características del mismo.

Para la intervención comunicativa puerta a puerta, se deben listar los domicilios por zonas, ordenados por nombres de calles y por número. Dado que esta tarea presenta una efectividad decreciente a medida que pasa el tiempo (porque los residentes de los domicilios donde aún no se han entregado los materiales son progresivamente más difíciles de encontrar), tiene sentido comenzar por las zonas donde se prevé una mayor efectividad en la entrega, que normalmente coinciden con las zonas más densamente pobladas y con predominio de primera residencia.

Es útil utilizar tarjetas para comunicar que se ha visitado el domicilio sin éxito, solicitando, con un tono progresivamente más exigente, en función del número de tarjetas ya dejadas previamente, que se contacte telefónicamente para concertar un encuentro. Pese a la integridad y claridad que deben tener los materiales, es conveniente no dejar la información sin una comunicación en persona. Esta práctica también permite detectar los domicilios que no son residencia habitual o aquellos que están deshabitados, en obras, que también conviene anotar en la base de datos.

A partir de entonces, cualquier nueva acción en la misma zona será a través de listados en los que sólo aparezcan los domicilios que faltan por contactar y que no presentan ninguna circunstancia que imposibilite el contacto. Esta metodología se puede ir aplicando de forma recurrente. Sin embargo, como ya se ha dicho, esto lleva a rendimientos decrecientes, de manera que conviene tratar de inferir las características comunes de las personas y domicilios que faltan por contactar y diseñar estrategias encaminadas a estos grupos, por ejemplo, actuando en las calles con más domicilios aún por contactar, visitar en fines de semana las calles que presentan más domicilios de segunda residencia, calles que tienen más domicilios sin teléfono disponible, visitar en horas nocturnas las zonas donde se concentra más población que pasa el día fuera o bien realizar actuaciones telefónicas en

horas clave (mediodía y noche) en las que una visita no es procedente, etc. Se debería intentar que los hogares que finalmente quedasen sin contactar no estuvieran excesivamente concentrados en el espacio.

También son necesarias acciones específicas para las viviendas plurifamiliares. No sólo para optimizar el traspaso de información, sino porque a partir de cierto número de domicilios por puerta se pueden habilitar variaciones sobre el modelo normal de recogida. Se sugiere contactar con los presidentes de estas comunidades de propietarios para concertar encuentros o, alternativamente, buscar la colaboración de algún vecino para coordinarlas. Conviene realizar estos encuentros por la noche para que pueda asistir el mayor número posible de personas. Una cuestión que se debe decidir en estas reuniones es la ubicación y el tipo de elemento de contención. Las opciones, hacer una disposición de forma individualizada con cubos rotulados o bien hacer la disposición comunitariamente en un contenedor de entre 90 litros y 240 litros (a mantener dentro de la propiedad).

Otro colectivo especial son los domicilios de segunda residencia. Una propuesta informativa efectiva es hacer un *envío* a las primeras residencias habituales solicitando su presencia en el punto de información y, a su vez, realizar un seguimiento telefónico.

Los servicios de recogida que se ofrecen a las actividades comerciales pueden ser diferentes, así como las características del sistema de pago por generación. Puede haber servicios optativos (por ejemplo, recogidas adicionales de fracción orgánica o cartón), que sólo contraten aquellos establecimientos que lo deseen, de manera que es oportuno establecer una comunicación personalizada y de carácter necesariamente bidireccional.

El perfil de las personas que tienen que intervenir comunicativamente requiere unos conocimientos previos sobre la gestión de los residuos, experiencia en otros procesos de información o comunicación y bastante flexibilidad horaria, especialmente tener disponibilidad en horas nocturnas y fines de semana. La presencia de, como mínimo, una persona de la localidad que conozca bien el entorno físico y social se considera muy útil. La disponibilidad de carné de conducir por parte de diversos miembros del equipo es también una condición necesaria, especialmente en la última etapa de comunicación, en la que los destinatarios están bastante dispersos

7.1.4. Argumentos a favor y en contra de la iniciativa

Durante el desarrollo del proceso comunicativo, puede haber una serie de argumentos que acostumbra a surgir de forma recurrente, tanto a favor como en contra del nuevo sistema y que es interesante recoger para considerarlos a priori.

En las últimas décadas, los objetivos en la gestión pública de los servicios de recogida de basuras han estado íntimamente ligados a conceptos de limpieza y salubridad urbana. En este sentido, se han ido aplicando progresivamente diferentes propuestas de disposición, desde entregar las basuras en una bolsa de plástico y ya no sin elemento de contención, hasta el depósito en contenedores, dándose los exponentes más significativos de esta tendencia en los contenedores enterrados y la recogida neumática. La facilidad para deshacerse de las basuras parece haber sido un indicador de progreso. La implantación de un modelo de recogida puerta a puerta supone romper con esta dinámica y las basuras pasan a tener un papel condicionante de los hábitos domésticos diarios. Se requiere, pues, que en la argumentación a favor de este tipo de modelo prevalezcan los argumentos ecológicos, ya que son justamente los mejores resultados en este sentido los que justifican el cambio.

La recogida puerta a puerta favorece, en gran medida, a los ciudadanos que ya realizan la disposición selectiva de materiales y supone una incomodidad para los que hasta el momento habían decidido no participar en la recogida selectiva, que son los que muestran mayores reticencias. Además, éstas se acentúan con la introducción de una tasa de pago por generación que hace que, además, grave económicamente el hecho de no seleccionar las basuras.

En un orden más práctico, uno de los argumentos de los que se inician en la práctica de la recogida selectiva es la falta de espacio para almacenar las diferentes fracciones de residuos, hasta entregarlas el día previsto. Es interesante que sean ciudadanos que ya participan en la recogida selectiva desde antes de la introducción de la recogida puerta a puerta los que expliquen cómo afrontan este inconveniente. Lo que impone requerimientos de espacio es la recogida selectiva y no el hecho de que la entrega de los residuos sea puerta a puerta o en contenedores. Las áreas de emergencia pueden ser soluciones puntuales a la falta, de espacio. La obligatoriedad de cumplir un horario estricto es, igualmente, motivo de

queja. Nuevamente, las áreas de emergencia pueden resolver los problemas puntuales de horario.

Hay una serie de percepciones sobre el nuevo sistema que también surgen sistemáticamente: el aumento de ruido nocturno por hacer las rutas más lentas el riesgo de que animales rompan las bolsas (aspecto que evitan los cubos de tapa semihermética); insuficiente frecuencia de recogida de la fracción orgánica

Al margen de las reticencias respecto al funcionamiento de la nueva recogida, también se constata una falta de confianza en los conciudadanos: aumento de los vertidos incontrolados, robos y vandalismo con los cubos, etcétera. En estas cuestiones, se recomienda que se apele a la confianza en el civismo y, en cualquier caso, cuando sucedan - que sólo es muy esporádicamente- se insta al Municipio a utilizar su capacidad de sanción de forma demostrativa.

Hay una serie de otros casos particulares para los que hay que prever contenidos informativos y soluciones específicas: se debe informar de la posibilidad de hacer compostaje doméstico y de las bonificaciones que eventualmente se establezcan; hay que prever soluciones para las viviendas diseminadas donde no llegará la recogida puerta a puerta y proporcionarles las instrucciones específicas en una convocatoria conjunta.

Respecto a los sistemas de pago por generación, conviene apuntar que los principios de "quien contamina paga" y de "quien más gasta, más debe pagar" tienen asociados unos criterios de justicia ambiental y económica que fácilmente crean quórum al respecto. Aun así, también se presentan problemas comunicativos. Por un lado, la percepción de que el servicio se encarecerá, que en parte se explica por el desconocimiento mayoritario de la tasa que se venía pagando; por otro, el hecho de asociar la tasa a un elemento (como la bolsa) por el que se está acostumbrado a pagar un precio muy inferior- hace que algunos ciudadanos tengan la sensación de que el Municipio los está estafando.

Otra dificultad que se añade a los sistemas de pago por generación es el hecho de que sean incompatibles con áreas de emergencia de libre acceso y que hace que, normalmente, la única área de emergencia que haya sea el punto limpio. Esto agrava los problemas derivados de la falta de espacio en la cocina y de la rigidez en el horario de entrega, para los

que un número adecuado de áreas de emergencia podían ser la solución. Debido al horario limitado de las áreas de emergencia, sería óptimo poder habilitar algún tipo de boca que permitiera el depósito de residuos a cualquier hora del día, con algún sistema de control que garantizase su uso correcto.

7.1.5. Comunicación paralela a la implementación

Durante los primeros días de puesta en funcionamiento del nuevo modelo de recogida, conviene efectuar una intensa campaña comunicativa dirigida a la resolución de las incidencias. Este periodo es breve (unas dos semanas), pero es clave para la consolidación del nuevo modelo.

Es necesario acompañar cada noche al servicio de recogida y anotar el conjunto de incidencias que se detectan durante el servicio (vertidos incontrolados, fracciones con impropios, fracciones erróneas, errores en la forma de entrega, en el horario, etc.). El día siguiente, el equipo comunicador debe recibir la información generada durante la noche, así como llamadas por parte de particulares y comercios, y atender las incidencias individualmente.

Uno de los vehículos de comunicación hacia las poblaciones más útiles son los adhesivos. Estos se adhieren a las bolsas que no se han entregado correctamente. En el caso que nos ocupa y durante las dos primeras semanas de implantación, un adhesivo azul en el entorno del domicilio indica que la bolsa de residuos no se había entregado en las condiciones adecuadas, pero es recogida igualmente; a partir de la tercera semana de implantación, el adhesivo utilizado es rojo y se adhiere a la bolsa de basuras para indicar que no se entrega adecuadamente y que, por tanto, se queda sin recoger. Pese a esta dura medida, si se lleva a cabo de forma controlada tiene unos efectos inmediatos y muy satisfactorios en la resolución de las incidencias.

En esta fase de gestión de incidencias, vuelve a ser un elemento muy útil la base de datos de domicilios, ya que permite hacer un seguimiento y detectar reincidencias, así como articular las acciones por zonas.

El punto limpio, que normalmente juega un papel informativo moderado, puede convertirse en un elemento comunicativo más importante en sistemas de recogida puerta a puerta y, sobre todo, de pago por generación, debido al notable aumento de usuarios.

Igualmente, en el caso de sistemas de pago por generación basado en el uso de bolsas o adhesivo estandarizados, los vendedores de estos elementos también se convierten en agentes comunicativos cotidianos, ya que los ciudadanos deben acudir a proveerse de los elementos estandarizados. Sobre ellos hay que realizar un proceso de información específico.

7.1.6. Los vertidos ilegales y el turismo de residuos

Uno de los aspectos que causa preocupación entre los ciudadanos y gestores es que la recogida puerta a puerta y el sistema de pago por generación puedan producir vertidos ilegales o bien lo que se conoce como turismo de residuos, es decir, que aparezcan residuos en municipios vecinos. El estudio más exhaustivo realizado hasta el momento en Europa concluye que en los sistemas de recogida puerta a puerta y pago por generación se dan unos niveles de entrega irregular de los residuos entre el 3 y el 10%.

A menudo, se tiende a pensar que es propiamente el sistema de pago por generación el que puede causar vertidos ilegales o turismo de residuos, como forma incívica de evitar dicho pago. Sin embargo, en cualquier caso de recogida puerta a puerta de residuos se produce una reducción de la cantidad de residuos recogida del 10-20%. Esta reducción es sobre todo debida a que dejan de poder utilizar los contenedores aquellos usuarios que los usaban irregularmente (pequeños industriales, talleres, grandes generadores de escombros y poda...). Desde un punto de vista comunicativo, el problema es convencer de que la reducción que se produce no es principalmente causada por el vertido irregular y el turismo de residuos, sino por este otro motivo.

Es recomendable la existencia de consenso político previo a la decisión sobre la puesta en marcha

Esto es particularmente complicado en el caso de implantar sistemas de pago por generación, ya que en este caso el incentivo al fraude es mucho más claro. Los problemas

de vertidos ilegales tienden a ser cuantitativamente mínimos, aunque muy visibles. Sobre ellos se ha de incidir con contundencia en caso de detectarse a los responsables. El turismo de residuos, también en contra de lo que pueda intuirse, no es principalmente consecuencia de los sistemas de pago por generación. Es decir, no está principalmente causado por ciudadanos que participan en todas las recogidas selectivas gratuitas y que se llevan a municipios vecinos sólo las fracciones por las que hay que pagar, sino que es causado por ciudadanos que se llevan todos los residuos mezclados.

A efectos comunicativos, hay que tratar de resolver individualmente los casos de personas que se ven obligadas a hacer turismo de residuos porque el servicio no se adapta a sus circunstancias concretas, pero conviene actuar con ejemplaridad en los casos en que este comportamiento se debe simplemente a no querer participar en el sistema. Es importante, en este sentido, buscar la complicidad de los municipios vecinos.

7.2. ÁREA DE BIOMETANIZACION

La alternativa de implementar un sistema de tratamiento mecánico biológico aparece como interesante dado que uno de los argumentos más discutidos por las autoridades es la prolongación y optimización de la vida útil de los rellenos sanitarios. Con el fin de determinar en forma preliminar los efectos de reducción másica y volumétrica de un sustrato real se han implementado algunos experimentos a escala de laboratorio. El tratamiento mecánico biológico implementado permitió reducir en un 48% el peso inicial del sustrato durante la etapa biológica, lo cual corresponde a una reducción de un 60% en volumen. El proceso global permite una reducción volumétrica de aproximadamente 50% de los materiales destinado al relleno sanitario.

Uno de los argumentos técnico-económico más discutidos es el de la gestión de rellenos sanitarios. Tanto la "calidad" de los tratamientos de las emisiones gaseosas y líquidas generadas tipo de instalaciones, como la vida éstas son puntos críticos en el proceso de evaluación de su factibilidad económico ambiental.

Los intereses involucrados en la decisión del emplazamiento de un nuevo relleno sanitario son tan diversos, que han hecho de la aprobación de dichos proyectos un proceso extremadamente complejo. Uno de los aspectos que se hace crucial en este escenario es la prolongación de la vida útil del relleno sanitario y la minimización de las emisiones líquidas y gaseosas durante su operación y en el período posterior a su clausura.

La experiencia en la aplicación del tratamiento mecánico biológico (TMB) en algunos países de Europa, permite plantear su aplicación en nuestro medio como factible dentro del sistema de gestión de RSU existente, ya que permitiría una reducción importante del volumen dispuesto en los rellenos sanitarios, teniendo como consecuencia directa la prolongación de su vida útil (Komilis et al. .1999, Aguayo 2000, Fricke et al. 2002). Además, junto a todas las ventajas ambientales que implica la disposición de un material biológicamente estable, destacan las mejores perspectivas de utilización del terreno una vez terminada la vida útil del relleno sanitario (Zach et al. 2000, Stegrnann et al. 2002, Novak et al. 2003), siendo este punto de particular interés en comunas densamente pobladas.

La figura 7 presenta el esquema de un sistema básico de TMB. El proceso de TMB consta en general de una primera etapa de homogeneización del sustrato y su posterior separación en dos fracciones principales.

Una fracción liviana (de mayor tamaño en la criba), que puede ser destinada al relleno sanitario o a una posterior etapa de separación de materiales reciclables o reutilizables.

La segunda fracción, rica en materia orgánica, es sometida a un proceso de degradación biológica previo a su disposición en un relleno sanitario.

FIGURA 7

esquema simplificado de un sistema de tratamiento mecánico biológico de residuos sólidos urbanos

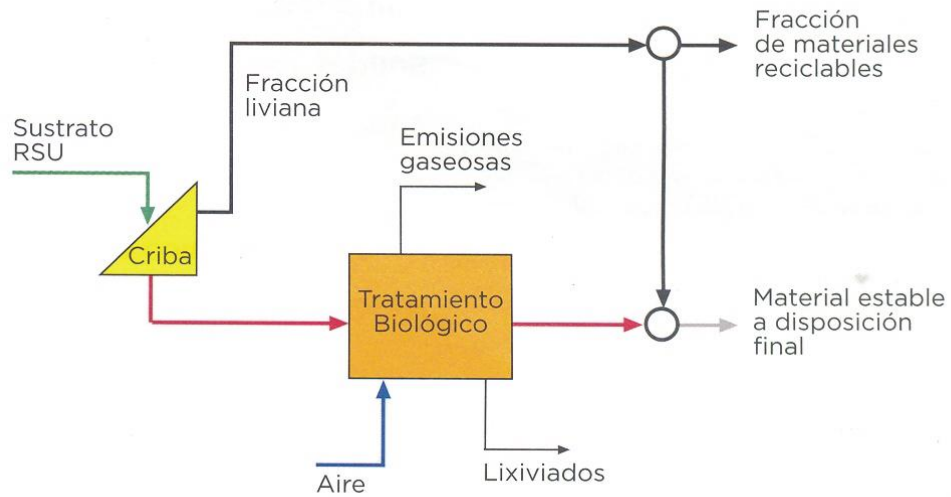
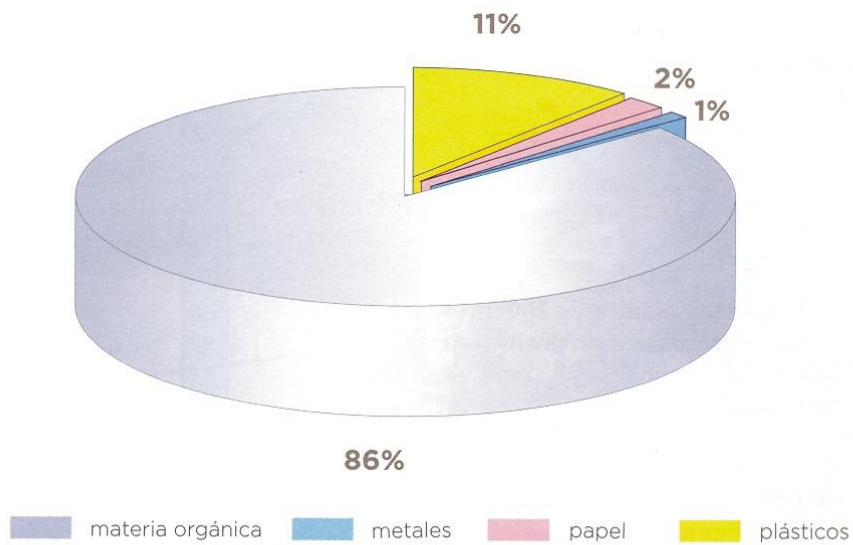


FIGURA 8

composición física del sustrato (porcentaje en peso en base húmeda)



7.2.1 TRATAMIENTO MECÁNICO BIOLÓGICO

En una primera etapa se realiza la homogeneización del material, para luego efectuar una separación en una criba de 50 mm. Se obtiene así una fracción liviana (>50 mm) y una fracción rica en materia orgánica (<50 mm), la cual es sometida a un proceso de degradación biológica. La fracción liviana puede ser destinada directamente al relleno sanitario. La fracción menor a 50 mm es homogeneizada y luego alimentada a un reactor (Figura 9). El reactor tiene un volumen de 200 litros y está dotado de un difusor de aire interno para suministro continuo, tal como se muestra en la (figura 10).

FIGURA 9

esquema del reactor aeróbico utilizado

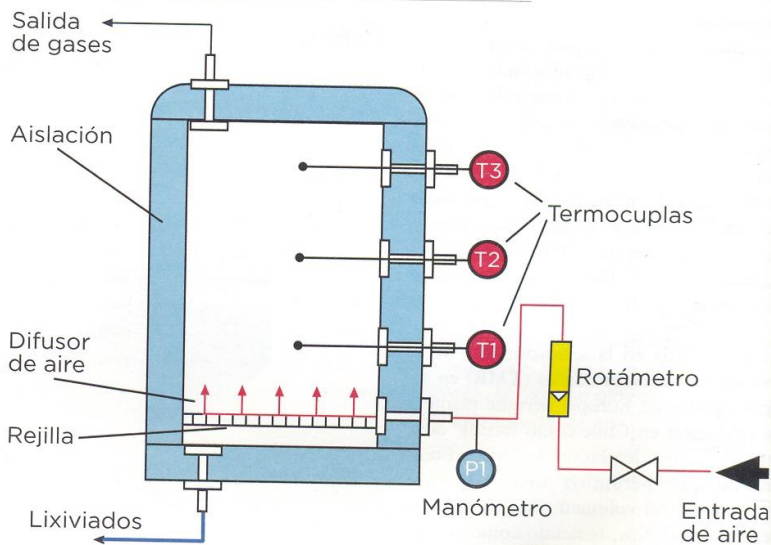
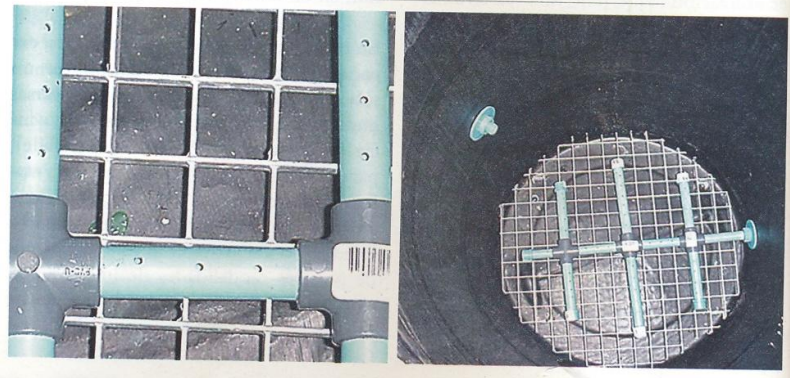


FIGURA 10

detalles constructivos del reactor: difusor de aire e instalación de termocuplas



Un esquema de la estrategia seguida para el tratamiento biológico implementado se muestra en la (figura 11).

FIGURA 11

esquema de sistema de tratamiento biológico implementado

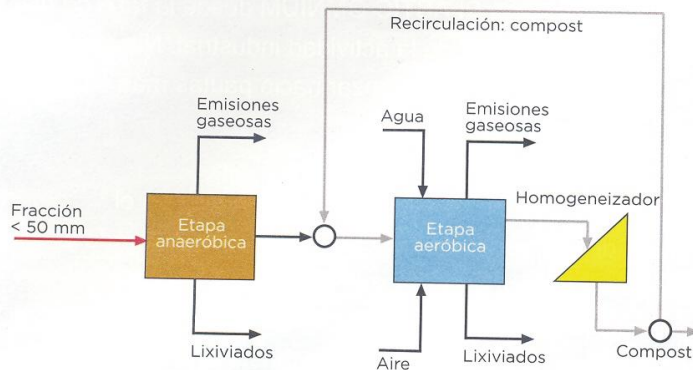


FIGURA 12 flujo promedio de aire ingresado al reactor

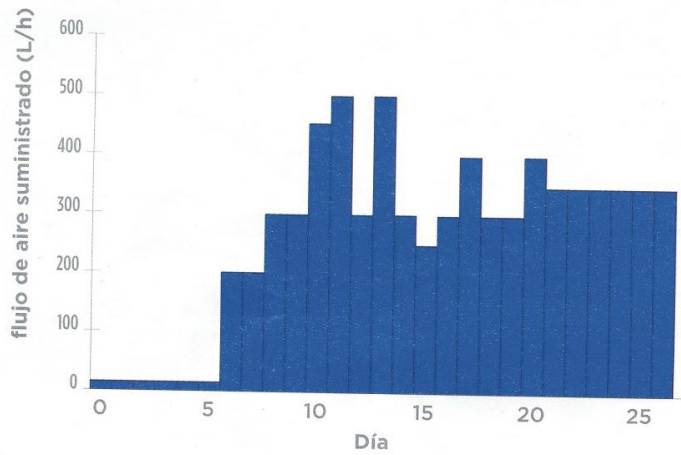
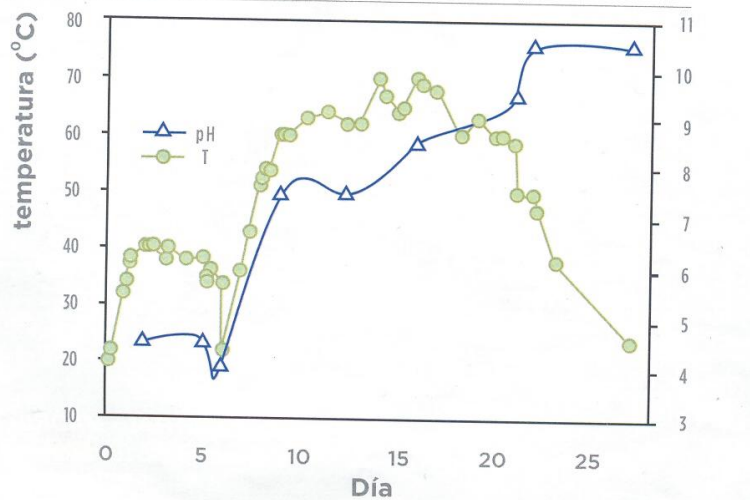


FIGURA 13

evolución de la temperatura y del pH del sustrato en el tiempo



El sistema cuenta con un proceso de fermentación en dos etapas, una anaeróbica y otra aeróbica, determinada básicamente por la aireación del lecho. Al término de la etapa anaeróbica el material es retirado del reactor, para así homogeneizar el material y lograr además una inoculación del sustrato con bacterias heterótrofas, presentes normalmente en el ambiente. Luego, es reingresado al reactor para iniciar la fermentación aeróbica.

Una fracción del sustrato estabilizado es reingresada al proceso a modo de inóculo.

Adicionalmente una parte de la fracción liviana (> 50 mm) es proporcionada para dar estabilidad al lecho.

Para la medición de flujo de aire se dispone de un rotámetro operativo en el rango 80-800 l/h a 20°C y 1,2 bares absolutos. Los plásticos y materiales rígidos presentes en el sustrato proporcionan una estructura adecuada para una correcta aireación a través del lecho, por lo que no es necesario proporcionar material estructural adicional.

La producción de lixiviados, el pH, así como la concentración de oxígeno en los gases de salida, son monitoreados durante el proceso. La temperatura del lecho es medida en tres puntos mediante las termocuplas T1, T2 Y T3 (Figura 9), para poder definir un perfil dentro del reactor y controlar el proceso de fermentación variando el suministro de aire.

En la etapa anaeróbica se opera el reactor con un flujo de aire mínimo de 15 L/h.

Este flujo de aire suministrado no permite el desarrollo del metabolismo aeróbico en todas las regiones del sustrato. Sin embargo, algunas regiones del lecho del sustrato se encuentran en contacto directo con el flujo de aire fresco, favoreciéndose el mecanismo aeróbico. En estas regiones se libera la energía suficiente para sostener la degradación anaeróbica. Se logra así mantener una temperatura relativamente constante de unos 37°C dentro del reactor.

Durante la etapa aeróbica, el flujo de aire se incrementa a valores sobre 200 L/h (Figura 12). La presencia de un mecanismo de degradación aeróbica es posible de constatar debido al incremento de la temperatura. Las etapas anaeróbica y aeróbica duraron 6 Y 21 días respectivamente. Para determinar la reducción volumétrica se mide el nivel del lecho de material en el reactor. Finalmente se pesa el reactor al inicio y al final del proceso para cuantificar la reducción másica.

7.3. ÁREA DE COMPOSTAJE

El compostaje es un proceso biológico aeróbico y termófilo, por el que los microorganismos presentes en la materia orgánica la degradan hasta un producto final estabilizado libre de patógenos y rico en sustancias húmicas y poblaciones microbianas útiles. Además de permitir la obtención de un producto útil, el compostaje es una técnica con una buena aceptación social.

Los sistemas de compostaje pueden clasificarse en dos grupos:

- Sistemas abiertos: basado en la realización de pilas o parvas, generalmente de forma triangular con una altura que no suele ser inferior a 2,7 m y de longitud variable.
- Sistemas cerrados: el proceso se lleva a cabo en el interior de un reactor o digestor. Permiten un control total de los parámetros de fermentación, son más rápidos y requieren menos espacio para tratar el mismo volumen de residuos. La fase final de maduración se realiza al aire libre o en naves abiertas.

7.3.1. Descripción del proceso

Previamente es necesario triturar y mezclar correctamente los materiales, ya que la velocidad del proceso es inversamente proporcional al tamaño de los materiales a tratar. Cuando los restos son demasiado grandes se corre el peligro de una aireación y desecación excesiva del montón.

El proceso de compostaje tiene cuatro etapas básicas en las que se conjugan las variaciones de temperatura y tipo de microorganismos.

Fase mesófila La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente.

Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva rápidamente hasta los 40°C y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH alrededor de 5.0 a 5.5. **Fase termófila.** Cuando se alcanza una temperatura de 40 °C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. La actividad metabólica hace que la temperatura ascienda. Predominan los hongos termófilos y actinomiceto. A los 60°C los hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer

las ceras, proteínas y hemicelulosas. El pH de la pila sube a causa del consumo de los ácidos orgánicos por parte de los microorganismos, estando entre 8 y 9.

- Fase de enfriamiento. En esta etapa se da un descenso paulatino de la temperatura a 40°C y los microorganismos mesófilos se reactivan. Las bacterias y los hongos transforman otra parte de la celulosa, como la lignina y la lignoproteína. El pH del medio desciende ligeramente.
- Fase de maduración. En esta etapa la temperatura de la pila disminuye continuamente hasta la del ambiente. Es una etapa de larga duración durante la cual se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus. Hay una disminución de las poblaciones de microorganismos. El pH del compost terminado puede oscilar entre 7 y 8.

7.3.2. Compostaje vertical

El compostaje vertical se lleva a cabo en digestores, continuos o discontinuos, que suponen una serie de ventajas respecto a los sistemas tradicionales, como un aumento de la velocidad del proceso, se evitan problemas de olores y el espacio requerido es considerablemente inferior al de otros sistemas.

Uno de los sistemas más avanzados dentro de este campo, es el desarrollado por la empresa VCU Technology, que se describe a continuación.

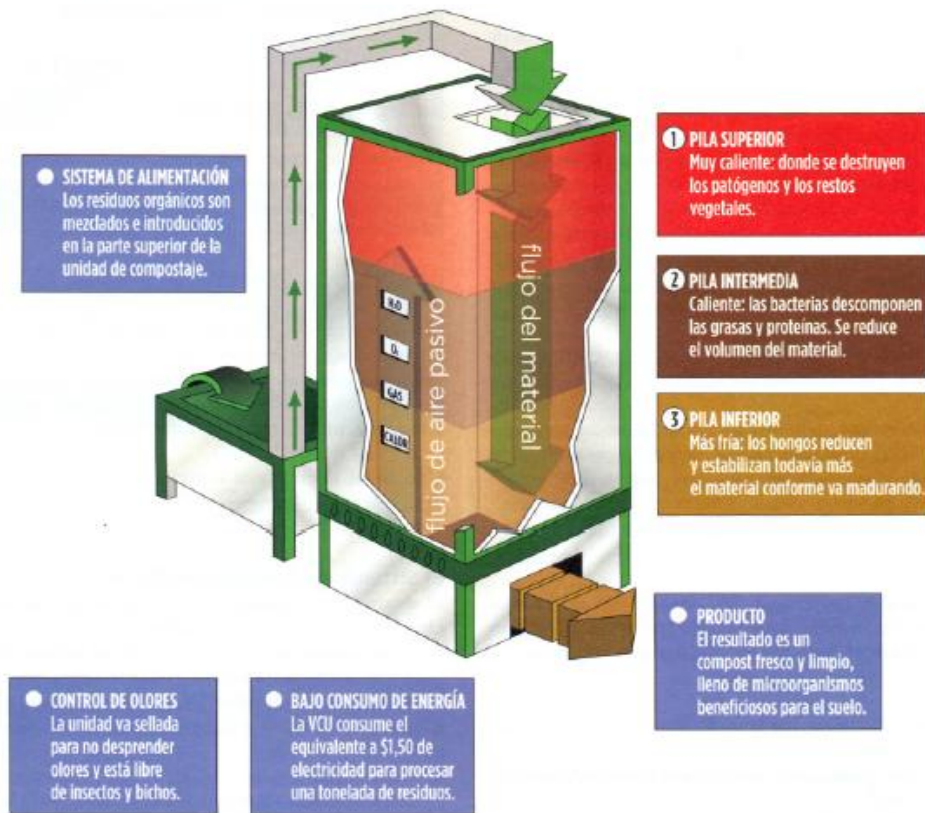
El Sistema de Compostaje VCU

El sistema de compostaje VCU es un sistema aeróbico cerrado ideal para procesar residuos orgánicos en aplicaciones municipales e industriales de pequeño y mediano tamaño. Se desarrolla dentro de cámaras modulares con una capacidad de 25 m³. El procesamiento es continuo: los residuos se depositan en la parte superior de la cámara y el producto estabilizado se extrae de la parte inferior a diario.

La capacidad diaria de proceso va desde 2,5 toneladas de residuo orgánico a 100 toneladas, debido a la modularidad del sistema VCU.

FIGURA 14

funcionamiento del sistema de compostaje VCU



La orientación vertical de la cámara de procesamiento intensifica y acelera un proceso que por sí solo ocurre a lo largo de los años en la naturaleza. La aireación se consigue mediante canalización natural desde la parte inferior y se acelera mediante un ventilador montado en la parte superior de cada cámara. El control del olor se realiza por medio de la auto-filtración biológica, y no se produce lixiviado (filtración de líquidos).

El resultado es un sistema de gran simplicidad, ofreciendo costos de operación muy bajos debido a bajos requisitos de energía, mantenimiento y mano de obra.

- La modularidad permite que los sistemas más pequeños se incrementen progresivamente si se necesita capacidad extra, a la vez que permite el procesamiento aislado de determinados tipos de residuos dentro de la misma instalación.
- La zona de alta temperatura (70-75 °C) cumple fácilmente con los requisitos normativos de la DE y otros requisitos internacionales para el tratamiento térmico de residuos biológicos (incluyendo residuos orgánicos, lodo y residuos de

animales), garantizando la destrucción total de los organismos patógenos y bacterias presentes en el residuo de partida.

- Las cámaras verticales y la auto-filtración biológica implican que la superficie de implantación para un sistema VCU es muy pequeño en comparación con tecnologías horizontales de filtración biológica externa.
- Rápida estabilización de residuos orgánicos utilizando períodos de retención típicos de entre 7 y 14 días.

El costo de mantenimiento de este sistema es una fracción del costo de mantenimiento de otros sistemas en recipientes cerrados. La vida media estimada de la instalación es de 15 años, antes de sustituir partes esenciales de la planta.

Aplicaciones municipales

Las municipalidades consideran el sistema VCU como una solución flexible y rentable para plantas de compostaje pequeñas y medianas, procesando desechos de vegetación, residuos orgánicos y lodo.

La modularidad del sistema VCU permite que una instalación inicial se pueda expandir cuando se prueban los sistemas de recolección y se incrementan los volúmenes de residuos.

Las municipalidades de todos los tamaños deberían apreciar los beneficios económicos y operativos de utilizar instalaciones más pequeñas y localizadas cerca de la fuente de residuos.

La capacidad de VCU de controlar el olor, su perfil pequeño y sus cualidades relativamente estéticas permiten que las plantas estén localizadas dentro de áreas urbanas, reduciendo aún más el costo de las operaciones de compostaje al erradicar sus costos de transporte.

Los costos de operación de un sistema VCU son relativamente económicos y frecuentemente se convierten en un factor clave en el momento de la compra para muchas municipalidades.

Aplicaciones industriales

El compostaje es una solución de bajo costo para el manejo de grandes cantidades de residuos orgánicos, lodo, residuos de animales y otros residuos orgánicos industriales.

El sistema VCU ha sido probado en numerosas aplicaciones industriales, realizando compostaje de residuos de aves de corral, residuos de curtiduría, estiércol y todo tipo de lodo. Con temperaturas que oscilan entre 70-75 °C durante la "fase caliente" del proceso, los residuos son tratados térmicamente según las normas internacionales.

La flexibilidad de la capacidad es un factor importante, lo que implica que flujos de residuos industriales tan pequeños como una tonelada por día pueden tratarse eficientemente y de manera segura in-situ. El procesamiento de los residuos in-situ alivia los costos de transporte, que son prohibitivos en algunos casos, y puede ser encajado con facilidad dentro de estructuras de trabajo existentes. El control del olor se realiza por medio de la auto-filtración biológica y no se produce lixiviados.

Descripción del Sistema VCU

Pre-procesamiento

El sistema consta de una fase de preparación de los residuos para el compostaje. Se utilizan para ello diversos tipos de instalación según los tipos de material a tratar para realizar una mezcla adecuada de residuos orgánicos y el material estructurante (habitualmente residuo de poda u otros materiales leñosos). Los desechos sólidos municipales deben ser clasificados previamente separando la fracción orgánica. Se realiza un mezclado del material para la alimentación de la instalación de forma calculada para que cumpla con un cociente C/N de 30/1, un contenido de humedad de 55-60% y un tamaño de las partículas de desechos de vegetación a <200 mm, así como las partículas de residuos orgánicos a <35 mm. Los residuos ingresan a través de un sistema de alimentación por paletas. El procesamiento es continuo; la alimentación y obtención del producto final se realizan diariamente.

Fase de alta temperatura

La energía calorífica generada por la intensa actividad microbiana de más abajo se acumula en la parte superior de la cámara, aumentando la temperatura por encima de los 70°C. Esta fase permite que los residuos sean tratados térmicamente según las normas de la DE y otras normas internacionales para residuos orgánicos, biosólidos y residuos de animales. Grasas, ceras y celulosa se derriten a estas altas temperaturas, ablandando el material para la degradación microbiana. Se ha demostrado que las bacterias hiper-termofílicas son abundantes durante esta fase, secretando enzimas termoestables que les permiten funcionar en un ambiente tan agresivo.

Fase termófila

La variedad de temperatura de una fase termófila de compostaje típica en la cual abundan los microorganismos, por ejemplo las bacterias, los hongos y actinomicetes, da lugar a la degradación intensa de sustratos de alto contenido energético, incluyendo proteínas y azúcares. A diferencia de otros sistemas, esta fase crítica es permanente y no requiere tiempo para que el material se "caliente".

Fase de alta aireación

La parte inferior de la cámara se mantiene a una temperatura relativamente constante de 40-50 °C, como resultado de la reducción de actividad metabólica y la mayor circulación de aire. Como el aire se introduce a través de la base de la cámara, esta fase experimenta la mayor y más fresca circulación de aire. Predominan poblaciones estables de hongos y bacterias mesofílicas.

La maduración o curación puede comenzar con el principio de la nitrificación y formación de humus, dependiendo del tiempo de retención utilizado.

Humedad

Por efecto del calor y la circulación de aire ascendentes, la humedad se acumula como vapor de agua en la parte superior de la cámara. El vapor se extrae continuamente y, dependiendo de la aplicación, se condensa para reciclarlo o se libera a la atmósfera. Como la humedad se extrae de esta forma no se produce lixiviado.

Circulación de aire pasiva

La cámara vertical aislada junto con el calor metabólico generado por la actividad microbiana establece una fuerza poderosa de convección que hace circular el aire por el interior desde las aperturas en la base de la cámara. El ventilador extractor ubicado en la parte superior de la cámara asiste a esta fuerza atrayendo aire desde la cabecera. Gases potencialmente odoríficos generados durante la fase termófila son filtrados biológicamente por la circulación continua de material nuevo dentro de la parte superior de la cámara.

FIGURA 15



Cámara de compostaje VCU de la empresa Compost Reciclables, S.L. en Jumilla (Murcia)

Se han realizado analíticas de las emisiones por laboratorios independientes que certifican la idoneidad del sistema para su instalación en zonas industriales, sin impacto en el medio ambiente.

Material procesado

Todo el material se encuentra estabilizado en cuanto a olor, libre de patógenos y semillas viables y patógenas, y se le inocula con microorganismos beneficiosos muy diversos. La madurez del producto depende del tiempo de retención utilizado. Por lo general, el material procesado retenido durante 14 días se puede utilizar como estiércol para aplicar sobre la superficie, o necesitará maduración para elaborar un producto adecuado para otros usos. El producto maduro ha sido examinado rigurosamente y ha demostrado cumplir con una multitud de normas internacionales.

GLOSARIO DE DEFINICIONES

Aprovechamiento sustentable.- Es la utilización de organismos, ecosistemas y otros recursos naturales en niveles que permitan su renovación, sin cambiar su estructura general.

Auditoria Ambiental.- Consiste en el conjunto de métodos y procedimientos de carácter técnico que tienen por objeto verificar el cumplimiento de las normas de protección del medio ambiente.

Calidad Ambiental.- El control de la calidad ambiental tiene por objeto prevenir, limitar y evitar actividades que generen efectos nocivos y peligrosos para la salud humana o deterioren el medio ambiente y los recursos naturales.

Contaminación.- Es la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellas, en concentraciones y permanencia superiores o inferiores a las establecidas en la legislación vigente.

Control ambiental.- Es la vigilancia, inspección y aplicación de medidas para mantener o recuperar características ambientales apropiadas para la conservación y mejoramiento de los seres naturales y sociales.

Costo Ambiental.- Son los gastos necesarios para la protección, conservación mejoramiento y rehabilitación del medio ambiente.

Desarrollo Sustentable.- Es el mejoramiento de la calidad de la vida humana dentro de la capacidad de carga de los ecosistemas; implican la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones.

Ecosistema.- Es la unidad básica de integración organismo-ambiente, que resulta de las relaciones existentes entre los elementos vivos e inanimados de un área dada.

Estudio de Impacto Ambiental.- Son estudios técnicos que proporcionan antecedentes para la predicción e identificación de los impactos ambientales. Además describen las medidas para prevenir, controlar, mitigar y compensar las alteraciones ambientales significativas.

Evaluación de Impacto Ambiental.- Es el procedimiento administrativo de carácter técnico que tiene por objeto determinar obligatoriamente y en forma previa, la viabilidad ambiental de un proyecto, obra o actividad pública o privada. Tiene dos fases; el estudio de Impacto Ambiental y la declaratoria de impacto ambiental. Su aplicación abarca desde la fase de prefactibilidad hasta la de abandono o desmantelamiento del proyecto, obra o actividad pasando por las fases intermedias.

Gestión Ambiental.- Conjunto de políticas, normas, actividades operativas y administrativas de planeamiento, financiamiento y control estrechamente vinculadas, que deben ser ejecutadas por el Estado y la sociedad para garantizar el desarrollo sustentable y una óptima calidad de vida.

Gestión de residuos.- Conjunto de actividades encaminadas a: dar al residuo el destino final más adecuado que garantice la protección de la salud humana, la conservación del medio ambiente y la preservación de los recursos.

Impacto Ambiental.-Es la alteración positiva o negativa del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada.

Instrumentos de Gestión Ambiental.-Constituyen los mecanismos de orden técnico, jurídico, o de otro tipo conducentes a lograr racionalidad y eficiencia en la gestión ambiental, a través de los instrumentos técnicos y legales se establecen las obligaciones de las personas respecto al medio ambiente.

Medio Ambiente.- Sistema global constituido por elementos naturales y artificiales, físicos, químicos o biológicos, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la naturaleza o la acción humana, que rige la existencia y desarrollo de la vida en sus diversas manifestaciones.

Protección del Medio Ambiente.-Es el conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones destinadas a prevenir y controlar el deterioro del medio ambiente. Incluye tres aspectos: conservación del medio natural, prevención y control de la contaminación ambiental y manejo sustentable de los recursos naturales. La protección ambiental, es tarea conjunta del Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y sector privado.

Reutilización.- Empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.

Reducción.- Consiste en reducir la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en cualquier flujo de residuos, actuando en el mismo proceso que los origina.

Reciclado.- Transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción, para su fin inicial u otros fines.

Valoración.- Aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos, sin poner en peligro la salud humana o el medio ambiente. Puede lograrse a través de:

La recuperación de materias primas o sustancias valiosas del residuo.

Utilización como fuente de energía.

La reutilización, el reciclado, etc.

BIBLIOGRAFÍA

1. Coll, E., Rieradevall, J., Doménech, X La recogida selectiva puerta a puerta de la materia orgánica. Experiencia municipio Tiana. Revista Residuos, 67, pp. 108-115. Julio-Agosto 2002.
2. Institute for Prospective Technological Studies. literature review document. Work Package 1, EU-funded RTD-project "PAYT"; contract no. EVK4-CT-2000-00021, 2003.
3. Puig Ventosa, I. Pago por generación de Residuos municipales en Torrelles de Llobregat. Equipamiento y Servicios Municipales, 104, pp. 20-29. Diciembre 2002.
4. Romano, D., Barrenechea, P. Instrumentos económicos para la prevención y el reciclaje de los residuos urbanos. Bakeaz / Fundación Ecología y Desarrollo. Bilbao. 2001.
5. Salvador Rueda, Marta Vila, Gemma Nohales, Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, Modelización de Sistemas de Gestión de residuos, Revista Residuos, 83, pp. 27-42.
6. Matías González Hernández, Roberto Rendeiro Martín – Cejas, Jesús Conde Fernández
7. Una aproximación a la valoración del impacto económico de la política de separación en el origen de los residuos, Universidad de las Palmas de Gran Canaria, 83, pp.54-57.
8. Pablo Aguayo, Alberto Bezama, Rodrigo Navia, Universidad de Leoben, Austria, Universidad de la Frontera Temuco, Chile, Experiencia de tratamiento mecánico-biológico de residuos sólidos urbanos en Chile. Revista residuos, 83, pp. 66-72.
9. Francisco Greno, Costes Externos de la gestión de residuos urbanos. Revista residuos, 82, pp.54-64.
10. Laura Almazor Escartin, Michel Carrion Molina, Ignasi Puig Ventosa, La comunicación Ambiental en sistemas de recogida puerta a puerta y de pago por generación de residuos. Revista residuos, 82, pp. 66-74
11. Ley de gestión Ambiental # 9937 Registro oficial # 245 del 30 VII 1999
12. Norma de Calidad Ambiental libro VII anexo 6 Gestión de Residuos
13. Internet: www.Sistemas.de.gestión.Ambiental.cl
14. Internet: www.Sustentable.cl

VITA

Los estudios primarios del autor: Escuela “Vicente Flor”

Los estudios secundarios: “Colegio Nacional Bolívar”

Los estudios superiores: “Escuela Politécnica Nacional”

“Facultad de Ingeniería Civil, Especialidad Hidráulica”

Trabajos realizados: INERHI 1974 – 1978

IEOS 1978 – 1980

UTA 1981 -

Ha realizado varios cursos de capacitación en la especialidad de Hidráulica y Gestión de residuos.

En el libre ejercicio profesional ha contratado tanto con instituciones publicas como privadas todo tipo de obras relacionadas con la Ingeniería civil por un periodo de 24 anos