

**PROPUESTA DE MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS
SOLIDOS ORGÁNICOS GENERADOS EN LOS CENTROS DE PREPARACIÓN
Y CONSUMO DE ALIMENTOS EN LA MINA PRIBBENOW DRUMOND LTDA.**

WILKAR ANTONIO OCHOA ANICHARICO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE QUIMICA
ESPECIALIZACION EN QUIMICA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2013

**PROPUESTA DE MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS
SOLIDOS ORGÁNICOS GENERADOS EN LOS CENTROS DE PREPARACIÓN
Y CONSUMO DE ALIMENTOS EN LA MINA PRIBBENOW DRUMOND LTDA.**

WILKAR ANTONIO OCHOA ANICHARICO

**Monografía de grado presentado como requisito para optar al título de
Especialista en Química Ambiental**

DIRECTOR

RAFAEL LARA RIVERO

INGENIERO DE ALIMENTO

ESPECIALISTA EN GESTIÓN AMBIENTAL

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE QUIMICA

ESPECIALIZACION EN QUIMICA AMBIENTAL

BUCARAMANGA

2013

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
2. JUSTIFICACIÓN	15
3. OBJETIVOS	16
3.1 OBJETIVO GENERAL:	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4. MARCO DE REFERENCIA	17
4.1 MARCO CONCEPTUAL	17
4.2 MARCO TEÓRICO	20
4.2.1 Clasificación y características de los residuos sólidos.	20
4.2.2 Clasificación	23
4.2.2.1 Residuos no Peligrosos.	23
4.2.2.2 Residuos Peligrosos.	24
4.2.3 Características de los residuos sólidos.	28
4.2.3.1 Residuos No Peligrosos y Peligrosos	29
4.2.3.2 Residuos Peligrosos	30
4.2.4 Manejo integral de residuos sólidos.	34
4.2.5. Plan de manejo integral de residuos sólidos.	34
4.3. MARCO LEGAL	35
4.3.1 Resolución metropolitana 897 de 2007.	36

4.3.2 Decreto 3075 De 1997. Ministerio de salud.	36
4.3.3 Resolución 2640 De 2007. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).	36
5. METODOLOGIA	37
5.1 DIAGNOSTICO	37
5.1.1 Generación	37
5.2 CARACTERIZACION	37
5.3 ALTERNATIVA DE MANEJO DE LOS RESIDUOS DE LAVASA	37
6. RESULTADOS	38
6.1 Fuentes de generación	38
6.2 Tipo de residuos	39
6.3 Almacenamiento primario	42
6.4 Recolección y transporte interno	42
6.5 Almacenamiento	43
6.6 Análisis del diagnóstico	45
7. ALTERNATIVAS DE MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS	47
7.1 Proceso de compostaje	50
7.1.1 Distribución de las áreas de trabajo en una planta de compostaje.	50
7.1.2 Área de recepción y Control:	50
7.1.3 Área de Selección y tornillo sin fin:	50
7.1.5 Producción estimada de compost.	51
7.1.6 Área de producción y formación de hileras o Eras:	52
7.1.7 Área de secado:	55
7.1.8 Área de Cribado:	56
7.1.9 Equipos de procesamiento.	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tipos de residuos	40
Figura 2: Dispositivo para recolección interna de residuos comunes	43
Figura 3. Almacenamiento	44
Figura 4: Sitio de almacenamiento central de residuos orgánicos.	44
Figura 5. Diagrama de Flujo del Tratamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos Rápidamente Biodegradables en una instalación de compostaje.	49

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Fuentes o procedencia de los residuos sólidos	21
Tabla 2. 113 Tipos de residuos peligrosos	24
Tabla 3. Fuentes de generación de residuos	38
Tabla 4. Cantidad de residuos orgánicos generados de lavasa.	40
Tabla 5. Medidas de manejo actual identificadas.	42
Tabla 6: Matriz semáforo. Estado de aspectos de interés al manejo de residuos orgánicos	46

RESUMEN

TITULO: OPUESTA DE MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS GENERADOS EN LOS CENTROS DE PREPARACIÓN Y CONSUMO DE ALIMENTOS EN LA MINA PRIBBENOW DRUMOND LTDA*

AUTOR: WILKAR ANTONIO OCHOA ANICHARICO.**

PALABRAS CLAVE: MANEJO, APROVECHAMIENTO, RESIDUOS, SOLIDOS, ALIMENTOS

En Colombia, el aumento de los volúmenes de generación de residuos provenientes de actividades industriales ha impulsado la creación de mecanismos de control que se expresan a través de leyes, resoluciones y derechos dirigidos hacia la prevención, el aprovechamiento y el manejo seguro de sus desechos.

Dichas consideraciones han determinado la creciente importancia que en el ámbito corporativo ha ganado la gestión ambiental, como herramienta para mejorar los aspectos ambientales relacionados con los procesos inherentes al desempeño de las actividades de un negocio o una actividad industrial. Esto se ha evidenciado en el número importante de empresas que ha decidido impulsar procesos de mejoramiento que permiten adquirir certificaciones, con sus subsecuentes beneficios en competitividad y buen nombre.

Con la generalización de los procesos de certificación, han emergido fenómenos afortunados en cuanto al encadenamiento de esfuerzos para cumplir con la normatividad ambiental. Este sentido es donde radica la importancia para las empresas, de estar al día en los procesos de mejoramiento y cumplimiento de las exigencias en términos ambientales y de la normatividad vigente, puesto que la participación y las posibilidades de éxito en los procesos de selección y contratación de servicios depende en gran medida de la facilidad de la parte contratista para alinear sus políticas con las de sus proveedores.

En el caso de los residuos solidos generados en la empresa, la fracción de desechos orgánicos corresponde a los valores más altos dentro de la composición de estos y tradicionalmente su manejo ha consistido en el aprovechamiento para la alimentación animal.

* Monografía

** Facultad de Ciencias, Escuela de Química. Especialización en química ambiental. Director Rafael Lara Rivero

ABSTRACT

TITLE: OPPOSITE OF MANAGEMENT AND USE OF ORGANIC SOLID WASTE GENERATED IN THE CENTRES OF PREPARATION AND CONSUMPTION OF FOOD AT THE MINE PRIBBENOW DRUMOND LTDA *

AUTHOR: WILKAR ANTONIO OCHOA ANICHARICO **

KEY WORDS: MANAGEMENT, EXPLOITATION, WASTE, FOOD

In Colombia, the increase of the volumes of generation of waste from industrial activities has promoted the creation of control mechanisms that are expressed through laws, resolutions and rights aimed at prevention, the use and the safe handling of their waste.

These considerations have determined the growing importance that at the corporate level has gained environmental management as a tool to improve environmental aspects related to the processes inherent to the performance of the activities of a business or industrial activity. This is evident in the number of companies that has decided to promote improvement processes that allow acquiring certifications, with its subsequent benefits in competitiveness and good name.

With the generalisation of the certification processes, have emerged phenomena lucky regarding the chain of efforts to comply with environmental regulations. This is where lies the importance for businesses, living a day in the process of improvement and compliance with environmental requirements and regulations, since the participation and the chances of success in the process of selection and contracting of services depends greatly ease of part contractor to align its policies with the of its suppliers.

In the case of the solid waste generated in the company, organic waste fraction corresponds to the highest values within the composition of these and traditionally its management has been in use for animal feed.

* Monograph

** Faculty of Sciences, school of chemistry. Specialization in environmental chemistry. Director Rafael Lara Rivero

INTRODUCCIÓN

En Colombia, el aumento de los volúmenes de generación de residuos provenientes de actividades industriales ha impulsado la creación de mecanismos de control que se expresan a través de leyes, resoluciones y derechos dirigidos hacia la prevención, el aprovechamiento y el manejo seguro de sus desechos.

Dichas consideraciones han determinado la creciente importancia que en el ámbito corporativo ha ganado la gestión ambiental, como herramienta para mejorar los aspectos ambientales relacionados con los procesos inherentes al desempeño de las actividades de un negocio o una actividad industrial. Esto se ha evidenciado en el número importante de empresas que ha decidido impulsar procesos de mejoramiento que permiten adquirir certificaciones, con sus subsecuentes beneficios en competitividad y buen nombre.

Con la generalización de los procesos de certificación, han emergido fenómenos afortunados en cuanto al encadenamiento de esfuerzos para cumplir con la normatividad ambiental. Este sentido es donde radica la importancia para las empresas, de estar al día en los procesos de mejoramiento y cumplimiento de las exigencias en términos ambientales y de la normatividad vigente, puesto que la participación y las posibilidades de éxito en los procesos de selección y contratación de servicios depende en gran medida de la facilidad de la parte contratista para alinear sus políticas con las de sus proveedores.

En el caso de los residuos sólidos generados en la empresa, la fracción de desechos orgánicos corresponde a los valores más altos dentro de la composición de estos y tradicionalmente su manejo ha consistido en el aprovechamiento para la alimentación animal.

En 2007, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), propuso una nueva resolución la 2640 “por la cual se reglamentan las condiciones sanitarias y de inocuidad en la producción primaria de ganado porcino destinado al sacrificio para en consumo humano” en ella se expresa la prohibición del suministro de lavazas o residuos de alimentos a las granjas porcícolas destinadas a la comercialización, lo que supone una seria problemática para las empresas por ser esta práctica la estrategia de manejo de los desechos provenientes del consumo de alimentos. Dicha resolución propone un periodo de tres años a partir de su expedición (Noviembre de 2007), para encontrar una alternativa de manejo que no comprometa la inocuidad de la producción porcícola.

La formulación de este documento pretende constituirse en la guía para promover la optimización de los procesos y proponer medidas de manejo que permitan dar en este trabajo, cumplimiento a los nuevos requerimientos legales, en especial lo referente a la *Resolución 2640 de 2007* y a la *Resolución Metropolitana 879 de 2007*.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En 2007 el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), emitió la Resolución 2640 por la cual se reglamenta las condiciones sanitarias y de inocuidad en la producción primaria de ganado porcino destinado al sacrificio para el consumo humano y en ella se expresa la prohibición del suministro de lavazas o residuos de alimentos a las granjas porcícolas destinadas a la comercialización.

En la actualidad en la empresa Drumond Ltda., no existe ningún programa definido sujeto a las normas ambientales establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente para el manejo de los residuos sólidos que se generan en cada uno de los centros de preparación y consumo de alimento. Estos se están donando a la comunidad para cría de animales domésticos y posteriormente son dispuestos en forma inadecuada.

La producción de residuo de lavasa (resto de comida platera) esta comprendida en un promedio de 2,5 tonelada/día, definido este residuo como orgánico. Entre los principales impactos por residuo de lavasa están los siguientes: Riesgo de transmisión de enfermedades, contaminación de cuerpos de agua por lixiviación, contaminación de suelo Con base en lo anterior, se debe buscar una alternativa de manejo que no comprometa la inocuidad de la producción porcícola.

2. JUSTIFICACIÓN

La problemática ambiental asociada a la generación de residuos, se ha convertido en un aspecto de gran importancia para los sectores productivos. Esto obedece por un lado a las implicaciones legales que han sido determinadas por la creciente necesidad de proteger el medio ambiente y por otro debido al auge de la implementación de prácticas de producción más limpia y sus subsiguientes beneficios de competitividad sectorial.

Es por ello que el manejo integral de los residuos sólidos se ha constituido en una herramienta muy importante no solo para dar cumplimiento a la legislación ambiental vigente y contribuir a la protección del medio ambiente, sino para obtener ventajas en un mercado competitivo en donde el compromiso ambiental de una empresa juega un papel decisivo en su nombre.

A nivel nacional se ha logrado avanzar en el aprovechamiento de una cantidad importante de materiales y esto ha contribuido a reducir los volúmenes de residuos sólidos a disponerlos en sistemas de relleno sanitario y botaderos a cielo abierto obteniendo beneficios económicos por la reincorporación de materia prima al ciclo productivo.

La práctica de aprovechamiento tradicional de estos desechos ha sido la alimentación animal, sin embargo, los nuevos mecanismos de control y vigilancia para la inocuidad de los productos han restringido su uso sólo para la alimentación de animales de autoconsumo.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL:

Formular un plan de manejo para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en los centros de preparación y consumo de alimentos de la mina Pribbenow de la **DRUMOND LTD.**

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la dinámica de la generación y el manejo actual de los residuos provenientes de las actividades de preparación y consumo de alimentos.
- Caracterizar los residuos sólidos orgánicos generados en los centros de preparación y consumo de alimentos.
- Formular una alternativa de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos (lavasa) para el mejoramiento de suelo y producción vegetal en vivero.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 MARCO CONCEPTUAL

Los conceptos que se involucran en este documento están asociados a la gestión integral de residuos sólidos, los cuales incluyen aspectos técnicos, económicos, socioculturales, legales y administrativos relacionados con las actividades de producción y suministro de alimentos de la siguiente manera:

Alimento: Todo producto natural o artificial, elaborado o no, que ingerido aporta al organismo humano los nutrientes y la energía necesarios para el desarrollo de los procesos biológicos. Quedan incluidas en la presente definición de bebidas no alcohólicas, y aquellas sustancias con que se sazonan, algunos comestibles y que se conocen con el nombre genérico de especias¹.

Alimento Contaminado: Alimento que contiene agentes y/o sustancias extrañas de cualquier naturaleza en cantidades superiores a las permitidas en las normas nacionales, o en su defecto en normas reconocidas internacionalmente².

Residuo: Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y

¹ COLOMBIA, PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, Decreto 3075 (1997) Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C. El Presidente 1997 58p.

² Ibid

que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final³

Residuos Comunes: Son aquellos generados en el desarrollo de cualquier actividad humana y que no presentan riesgo para la salud humana y el medio ambiente, estos se clasifican en:

- **Biodegradables:** Son aquellos residuos químicos o naturales que tienen la capacidad de descomponerse fácilmente y reincorporarse al ambiente. Entre ellos se encuentran los vegetales, residuos alimenticios no contaminados, papel higiénico, papeles no aptos para el reciclaje, jabones y detergentes biodegradables, madera y otros residuos que pueden ser transformados fácilmente en materia orgánica.
- **Reciclables:** Son aquellos que por su composición no pueden ser reincorporados al ambiente por procesos de biodegradación, pero que presentan un potencial de aprovechamiento (reuso) o de transformación (reciclaje). Entre estos residuos se encuentran: algunos papeles y plásticos, chatarra, vidrios, entre otros.
- **Inerte:** Son aquellos que no permiten su descomposición, ni su transformación en materia prima y su degradación natural requiere grandes periodos de tiempo. Entre estos se encuentra el icopor, algunos tipos de papel como el papel carbón y algunos plásticos.

³ COLOMBIA MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL Decreto 838 (23 de marzo de 2005) Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C. El Ministerio 2005 17p.

Ordinarios: Son aquellos generados en el desempeño normal de las actividades de cualquier empresa u organización. Esto se genera en áreas comunes, cafetería, sala de espera, auditorios y en general en los sitios del establecimiento del generador⁴.

Residuos Peligrosos: Son aquellos que presentan alguna de las siguientes características: infeccioso, combustibles, inflamables, explosivos, reactivos, volátiles, corrosivos y/o tóxicos; las cuales pueden causar daño a la salud humana y/o al medio ambiente. Asimismo se consideran peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos⁵

Residuos Especiales: Son aquellos que por su volumen, peso, tamaño, no pueden ser recolectados por la empresa de servicios ordinarios de aseo⁶.

Separación en la Fuente: Es la clasificación de los residuos sólidos en el sitio donde se generan para su posterior recuperación⁷.

Aspecto Ambiental: Elementos de las actividades, productos o servicio de una organización que pueden interactuar con el medio ambiente⁸.

Impacto Ambiental: Cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o beneficioso, total o parcial como el resultado de las actividades, productos o servicios de una organización⁹.

⁴ ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA. Manual para el manejo integral de Residuos en el Valle de Aburra. 2007

⁵ Ibid

⁶ Ibid

⁷ Ibid

⁸ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIONES, Sistemas de Gestion Ambiental. Requisitos con orientación para su uso. Bogotá. ICONTEC 2004. 28p. (NTC ISO 14001-2004)

⁹ Ibid

Política Ambiental: Declaración por parte de la organización de sus intenciones y principios en relación con su desempeño ambiental global que le sirve de marco para la acción y para fijar sus objetivos y metas ambientales¹⁰.

Manejo Integral de Residuos: Implica la adopción de todas las medidas necesarias en las actividades de prevención, minimización, separación en la fuente, almacenamiento, transporte, aprovechamiento, valorización, tratamiento y/o disposición final, importación y exportación de residuos peligrosos, no peligrosos y especiales que se realizan de manera individual o interrelacionadas de manera adecuada y en condiciones que propendan por el cuidado de la salud humana y el ambiente¹¹

4.2 MARCO TEÓRICO¹²

4.2.1 Clasificación y características de los residuos sólidos. Los residuos generados son el resultado de actividades domésticas, comerciales, industriales, institucionales, de prestación de servicios y se producen a nivel de todo el Valle de Aburrá; su tipo se presenta en la Tabla 1.

¹⁰ Ibid

¹¹ ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA 2007 Op. Cit.

¹² ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA. Guía para el Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Valle de Aburra. 2004.

Tabla 1: Fuentes o procedencia de los residuos sólidos

TIPO DE RESIDUO	FUENTE DE LOS RESIDUOS	NATURALEZA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS
RESIDENCIAL	Casas y edificios de baja, mediana y elevada altura. Unifamiliares y multifamiliares.	Comida, papel, cartón, plástico, textiles, cuero, madera, vidrio, aluminio, residuos especiales y domésticos peligrosos.
COMERCIAL	Tiendas, restaurantes, edificios de oficinas, hoteles, estaciones de gasolina, etc.	Papel, cartón, plástico, madera, vidrio, metales, residuos orgánicos especiales y residuos peligrosos.
INSTITUCIONAL	Escuelas, cárceles, centros gubernamentales y otras.	Papel, cartón, plástico, madera, vidrio, metales, residuos orgánicos especiales y residuos peligrosos.
DE CONSTRUCCIÓN	Nuevas construcciones, pavimentos rotos y demoliciones principalmente.	Madera, escombros, acero, hormigón, suciedad, etc.
SERVICIOS MUNICIPALES	Limpieza de calles, paisajismo, parques y playas.	Residuos especiales, basura, barreduras de la calle, recortes de árboles y plantas, residuos de parques, playas y zonas de recreo, arena, papel, plástico, etc.
DE PLANTAS DE TRATAMIENTO	Afluente, agua residual y procesos de tratamiento industrial, etc.	Residuos de tratamiento y pre tratamiento, compuestos principalmente por lodos y biosólidos.

TIPO DE RESIDUO	FUENTE DE LOS RESIDUOS	NATURALEZA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	Son todos los residuos citados hasta el momento.	Todos los citados.
INDUSTRIAL	Construcción, refinerías, plantas químicas, centrales térmicas, etc.	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, etc. Residuos no industriales incluyendo residuos de comida, basura, cenizas, residuos de demolición y construcción, residuos especiales, residuos peligrosos
AGRÍCOLA	Cosechas de campo, árboles frutales, viñedo, ganadería, granjas, etc.	Residuos de comida, agrícola, basura, residuos peligrosos.

Fuente: Guía Ministerio del Medio Ambiente. Selección de Tecnologías de Manejo Integral de Residuos Sólidos. 2002

4.2.2 Clasificación

4.2.2.1 Residuos no Peligrosos. Son aquellos producidos por el generador en cualquier lugar y en desarrollo de su actividad, que no presentan riesgo para la salud humana o el medio ambiente.

Los residuos no peligrosos se clasifican en:

- **Biodegradables:** Son aquellos restos químicos o naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente. En estos restos se encuentran los vegetales, residuos alimenticios no infectados, papel higiénico, papeles no aptos para reciclaje, jabones y detergentes biodegradables, madera y otros residuos que puedan ser transformados fácilmente en materia orgánica.
- **Reciclables:** Son aquellos que no se descomponen fácilmente y pueden volver a ser utilizados en procesos productivos como materia prima. Entre estos residuos se encuentran: algunos papeles y plásticos, chatarra, vidrio, telas, radiografías, partes y equipos obsoletos o en desuso, entre otros.
- **Inertes:** Son aquellos que no se descomponen ni se transforman en materia prima y su degradación natural requiere grandes períodos de tiempo. Entre estos se encuentran: el icopor, algunos tipos de papel como el papel carbón y algunos plásticos.
- **Ordinarios o comunes:** Son aquellos generados en el desempeño normal de las actividades. Estos residuos se generan en oficinas, pasillos, áreas comunes, cafeterías, salas de espera, auditorios y en general en todos los sitios del establecimiento del generador.

4.2.2.2 Residuos Peligrosos. Es aquel residuo que, en función de sus características de Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad, Volátil y Patogenicidad (CRETIVP), puede presentar riesgo a la salud pública o causar efectos adversos al medio ambiente. Así mismo, se consideran residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con residuos o materiales considerados como peligrosos, cuando dichos materiales, aunque no sean residuos, exhiban una o varias de las características o propiedades que confieren la calidad de peligroso.

En la Tabla 2 se presentan los tipos de residuos peligrosos que se tienen clasificados.

Tabla 2. Tipos de residuos peligrosos

No.	Tipo de residuo peligroso
1	Residuos de la producción de aceites vegetales
2	Residuos de ácidos grasos
3	Emulsiones de aceites y grasas
4	Lodos del proceso de producción del cuero
5	Aserrines empapados con residuos nocivos
6	Filtros de papel empapados con residuos nocivos
7	Grasas empapadas con residuos nocivos
8	Material de embalaje contaminado con restos de contenido nocivo
9	Residuos de productos de origen mineral incluyendo metales
10	Residuos con sustancias peligrosas provenientes de hornos
11	Escorias de fundición de metales no ferrosos
12	Escorias salinas de la producción de metales no ferrosos
13	Cenizas de metales no ferrosos
14	Polvo de filtro de metales no ferrosos
15	Cenizas volátiles de filtros de incineradores

No.	Tipo de residuo peligroso
16	Residuos de lavadores de gas de incineradores (v.g. yeso)
17	Residuos de incineración pirolítica
18	Suelos contaminados
19	Escombros contaminados
20	Arenas de fundición
21	Materiales de filtros usados con contenido nocivo (v.g. carbono activado)
22	Polvos de asbesto
23	Lodos minerales con residuos peligrosos
24	Lodos con cianuro de la metalurgia
25	Filtros de aceite
26	Residuos con metales pesados no ferrosos
27	Acumuladores (baterías) de níquelcadmio
28	Baterías con mercurio
29	Residuos con mercurio
30	Lodos de zinc, plomo, estaño
31	Residuos de procesos tales como óxidos, hidróxidos y sales
32	Lodos galvánicos con cianuro, cromo VI
33	Lodos galvánicos con cromo III, cobre, zinc, cadmio, níquel, cobalto, plomo, estaño
34	Otros lodos de hidróxidos metálicos
35	Óxidos e hidróxidos de zinc, manganeso, cromo III, cobre y otros metales pesados
36	Sales y sustancias químicas del proceso de curtido de pieles
37	Sales de impregnado de la madera
38	Sales para endurecimiento del acero
39	Cloruros y sulfuros con metales pesados
40	Sales con contenido nocivo como cianuro nitrito
41	Cal con contenido de arsénico

No.	Tipo de residuo peligroso
42	Hidrofluoruro de amonio
43	Residuos de procesos como ácidos, álcalis y concentrados
44	Ácidos inorgánicos y mezclas
45	Ácidos orgánicos halogenados
46	Ácidos orgánicos no halogenados
47	Lejías, álcalis y mezclas
48	Amoniac o soluciones amoniacaes
49	Hipoclorito de sodio
50	Baños de fijación
51	Baños de revelado
52	Alcalis sulfíticos
53	Concentrados con cromo VI y cianuro
54	Residuos de plaguicidas, detergentes, productos farmacéuticos y de laboratorios
55	Residuos de plaguicidas
56	Residuos de desinfectantes
57	Residuos de la industria farmacéutica
58	Detergentes
59	Tensoactivos
60	Residuos químicos de laboratorios
61	Residuos de productos del petróleo
62	Combustibles sucios
63	Aceites para transformadores y sistemas hidráulicos sin PCB 64
64	Aceites para transformadores y sistemas hidráulicos con PCB
65	Otros aceites con PCB o equipos y materiales contaminados con PCB
66	Aceites lubricantes para motores, maquinarias, transmisiones y turbinas
67	Aceites usados en general
68	Grasas y ceras

No.	Tipo de residuo peligroso
69	Residuos sólidos empapados de aceite y grasa
70	Emulsiones de aceites y ceras
71	Emulsiones bituminosas
72	Otras mezclas con agua y aceite
73	Lodos con combustible
74	Lodos con lubricantes
75	Residuos de la refinación de aceites usados
76	Lodos y otros residuos de la refinación del petróleo y transformación del carbón
77	Residuos del alquitrán
78	Residuos de solventes orgánicos, pinturas, barnices, pegamentos y Resinas
79	Solventes y líquidos orgánicos halogenados
80	Mezclas de solventes orgánicos halogenados con agua y otros líquidos
81	Solventes y líquidos orgánicos no halogenados como acetona, benceno, tolueno, xileno, etc.
82	Mezclas de solventes orgánicos no halogenados con agua u otros líquidos
83	Lodos con solventes orgánicos halogenados
84	Lodos con solventes orgánicos no halogenados
85	Materiales sólidos contaminados con residuos de 7.01 al 7.04
86	Pinturas y barnices residuales
87	Lodos de pinturas y barnices
88	Pegamentos no endurecidos
89	Recinas no endurecidas
90	Residuos de plástico, hule, caucho y textiles
91	Residuos plásticos no endurecidos
92	Ablandadores halogenados
93	Ablandadores no halogenados

No.	Tipo de residuo peligroso
94	Dispersiones y emulsiones del plástico
95	Lodos del plástico o caucho con solvente
96	Lodos y emulsiones de látex
97	Lodos y emulsiones de caucho
98	Lodos de teñido de textiles
99	Lodos de lavandería
100	Filtros textiles con sustancias peligrosas
101	Paños textiles con sustancias peligrosas
102	Explosivos y municiones
103	Residuos pirotécnicos
104	Catalizadores
105	Residuos de procesos de destilación de solventes halogenados
106	Residuos de procesos de destilación de solventes no halogenados
107	Gases en contenedores
108	PCB (Bifenilos policlorados)
109	Fenoles
110	Peróxidos orgánicos
111	Peróxidos inorgánicos
112	Lodos de tratamiento de efluentes industriales no especificados anteriormente
113	Lixiviados de rellenos

Fuente: Guía para la Definición y Clasificación de Residuos Peligrosos

4.2.3 Características de los residuos sólidos. Para adecuar los sistemas de segregación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final, es necesario conocer las características de los residuos sólidos. Estas características varían en cada organización, en función del proceso productivo, de las actividades realizadas, de patrones de consumo, entre otras.

4.2.3.1 Residuos No Peligrosos y Peligrosos

Características Físicas: Se utilizan cuatro parámetros:

- **Composición Gravimétrica:** es el peso porcentual de cada componente en relación con el peso total de los residuos manejados. Se expresa en porcentaje (%).
- **Peso Específico:** es la relación del peso de residuos en función de volumen que ocupan. Se expresa en kg/m^3 , su determinación es fundamental para el dimensionamiento de equipos e instalaciones.
- **Compresibilidad:** también se conoce como grado de compactación; indica la reducción en volumen que puede sufrir una determinada masa de residuos cuando es sometida a una presión determinada y se expresa en porcentaje (%). Dependiendo del sistema de compactación que se use, da la idea de la reducción de volumen que se puede lograr para facilitar su transporte.
- **Producción Per Cápita:** Relaciona la cantidad de residuos generados diariamente por un habitante de una región determinada. Se expresa en kg/hab-día .

Características Químicas: Se define mediante tres parámetros:

- **Poder Calorífico:** indica la capacidad potencial de calor que puede desprender un material cuando es quemado. Este parámetro es básico para definir un posible método de eliminación, como por ejemplo un tratamiento de

incineración, y para establecer un balance energético en un proceso de pirolisis. (Kcal/Kg)

- Potencial de Hidrógeno (ph): indica el grado de acidez o alcalinidad de los residuos.
- Composición Química: es importante conocer los porcentajes de cenizas, materia orgánica, carbono, nitrógeno, humedad, potasio, relación carbono/nitrógeno (C/N), calcio, fósforo, entre otros para definir tipos de tratamientos aplicables a los residuos.

Características Biológicas: Es importante conocer la población microbiana y los agentes patógenos presentes en los residuos sólidos.

4.2.3.2 Residuos Peligrosos

Residuo peligroso corrosivo: Se considera residuo corrosivo aquel que posee la capacidad de deteriorar o destruir tejidos vivos, degradar otros materiales, y presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Que sea acuoso y que tenga un pH menor de o igual a 2, o mayor de o igual a 12.5.
- Que sea líquido y corroa el acero a una tasa mayor de 6.35 mm por año, a una temperatura de ensayo de 55 °C.

Residuo peligroso reactivo: Se considera residuo reactivo aquel que al mezclarse o ponerse en contacto con otros elementos, compuestos, sustancias o residuos, pueda tener cualquiera de las siguientes propiedades:

- Ser normalmente inestable y reaccionar de forma violenta e inmediata sin detonar.
- Interactuar violentamente con agua.
- Generar gases, vapores y humos tóxicos en cantidades suficientes para provocar daños a la salud humana o al ambiente cuando se mezcla con agua.
- Poseer, entre sus componentes, sustancias tales como cianuros, sulfitos, que por reacción bajo ciertas condiciones específicas, liberan gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes para poner en riesgo la salud humana o el ambiente.
- Ser capaz de producir una reacción explosiva o detonante bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes confinados.
- Produce una reacción endotérmica o exotérmica al ponerse en contacto con el aire, agua o cualquier sustancia o elemento.

Residuo peligroso explosivo: Se considera residuo explosivo todo residuo sólido o líquido (o mezcla de residuos) que por sí mismo es capaz, mediante una reacción química, de emitir un gas a una presión que pueda ocasionar daño a la salud humana o al medio ambiente, y además presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Formar mezclas potencialmente explosivas con el agua.
- Ser capaz de producir fácilmente una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25 °C y presión de una atmósfera.
- Ser una sustancia fabricada con el fin de producir una explosión o efecto pirotécnico.

Residuo peligroso tóxico: Se considera residuo tóxico aquel que en virtud de su capacidad de provocar efectos biológicos indeseables o adversos, puede causar daño a la salud humana, animal o vegetal o al medio ambiente.

Para este efecto, se consideran tóxicos los residuos que se clasifican de acuerdo con los criterios de toxicidad (efectos agudos, retardados o crónicos y ecotóxicos) definidos a continuación y para los cuales, según sea necesario, las autoridades competentes establecerán los límites de control correspondientes.

- Dosis letal media oral para ratas, igual a o menor de 50 mg/Kg de peso corporal.
- Dosis letal media dérmica para ratas, igual a o menor de 100 mg/Kg de peso corporal.
- Concentración letal media inhalatoria para ratas, igual a o menor de 5 mg/L.
- Alto potencial de irritación ocular, respiratorio y cutáneo o capacidad corrosiva sobre tejidos vivos.
- Susceptibilidad de bioacumulación y biomagnificación en los seres vivos y en las cadenas tróficas.
- Carcinogenicidad, mutagenicidad y teratogenicidad.
- Neurotoxicidad, inmunotoxicidad u otros efectos retardados.
- Toxicidad para organismos superiores y microorganismos terrestres y acuáticos.
- Baja degradabilidad o capacidad de formación de productos intermedios o finales de mayor toxicidad.
- Otras alteraciones de las cadenas tróficas.
- Otros que las autoridades competentes definan como criterios de riesgo de toxicidad humana o para el medio ambiente.

Residuo peligroso inflamable: Se considera residuo inflamable aquel que puede arder en presencia de una llama o un chispa bajo ciertas condiciones de presión y temperatura, y presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Ser un gas que a 20 °C y una atmósfera de presión, arde en una mezcla igual o menor al 13% del volumen del aire.
- Ser un líquido cuyo punto de inflamación es inferior a 60 °C, con excepción de las soluciones acuosas con menos de 24 grados de alcohol en volumen.
- Ser un sólido con la capacidad de producir fuego por fricción, absorción de humedad y alteraciones químicas espontáneas, o de quemar vigorosa y persistentemente dificultando la extinción del fuego, bajo condiciones de temperatura de 25 °C y presión de una atmósfera,.
- Ser un oxidante que puede liberar oxígeno y, como resultado, estimular la combustión y aumentar la intensidad del fuego en otro material.

Residuo peligroso volátil: Se considera residuo volátil aquel que exhiba cualquiera de las siguientes propiedades:

- Tener una presión de vapor absoluta mayor de 78 mm de mercurio a 25 °C.
- Tener una constante de la ley de Henry mayor de o igual a 105 atm.m³/mol.

Residuo peligroso infeccioso: Se considera residuo infeccioso aquel que contiene microorganismos tales como bacterias, protozoarios, virus, rickettsias, hongos y recombinantes híbridos y mutantes y sus toxinas, con la suficiente virulencia y concentración para producir una enfermedad infecciosa o toxiinfecciosa.

Residuo peligroso combustible. Se considera residuo combustible aquel que puede arder por acción de un agente exterior, como chispa o cualquier fuente de ignición, y que contiene sustancias, elementos o compuestos que al combinarse con el oxígeno son capaces de generar energía en forma de calor, luz, dióxido de carbono y agua, y tienen un punto de inflamación igual o superior a 60°C e inferior a 93°C.

Residuo peligroso radiactivo: Se considera residuo radiactivo cualquier residuo que contenga compuestos o elementos isótopos, con una actividad radiactiva por una unidad de masa superior al límite establecido en la legislación relativa a este tipo de residuos, expedida por la autoridad competente, capaces de emitir de forma directa o indirecta, radiaciones ionizantes de naturaleza corpuscular o electromagnética que en su interacción con la materia, produce ionización en niveles superiores a las radiaciones naturales de fondo.

4.2.4 Manejo integral de residuos sólidos. Implica la planeación y cobertura de las actividades relacionadas con los residuos desde la generación hasta su disposición final. El manejo integral incluye los aspectos de generación, segregación, movimiento interno, almacenamiento, desactivación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

4.2.5. Plan de manejo integral de residuos sólidos. Los generadores de residuos sólidos diseñarán e implementarán el Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) de acuerdo con las actividades que desarrollen, el cual debe ser real, claro, con propuestas de mejoramiento continuo de los procesos y orientado a la prevención y a la minimización de riesgos para la salud y el medio ambiente. El compromiso debe responder claramente a las preguntas qué, cómo, cuándo, dónde, por qué, para qué y con quién. El Plan debe contener los aspectos contemplados en esta Guía.

Para iniciar la elaboración del plan, se debe realizar un diagnóstico del establecimiento generador, para identificar los aspectos que no presentan conformidad con la normatividad ambiental y sanitaria vigente y establecer de esta manera los ajustes y medidas correctivas pertinentes. Esta actividad aportará herramientas de planificación para el proceso de cada organización.

El manejo de residuos debe orientarse a minimizar la generación de residuos, mediante la utilización de insumos y procedimientos con menos aportes a la corriente de residuos y una adecuada segregación para minimizar la cantidad de residuos peligrosos. Adicional a lo anterior, se deberá realizar el aprovechamiento cuando sea técnica, ambiental y sanitariamente viable.

Para la elaboración del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos al interior de la organización, se deben desarrollar como mínimo las siguientes actividades:

- Conformar un Grupo de Gestión Ambiental
- Diagnóstico ambiental
- Programa de formación y educación
- Segregación en la fuente
- Movimiento interno de residuos
- Almacenamiento
- Sistema de tratamiento
- Disposición final
- Elaboración del plan de contingencia
- Plan de seguimiento y elaborar informes a las autoridades de control y vigilancia ambiental

4.3. MARCO LEGAL

En el marco de la gestión de residuos provenientes de las actividades de producción y consumo de alimentos se identifican las siguientes directrices o lineamientos:

4.3.1 Resolución metropolitana 897 de 2007. Por medio de la cual se adopta el manual para el Manejo Integral de Residuos en el Valle de Aburrá como instrumento de autogestión y autorregulación y que deberá complementarse con la normatividad vigente con el manejo de residuos peligrosos, no peligrosos y especiales

4.3.2 Decreto 3075 De 1997. Ministerio de salud. Por la cual se dictan Medidas Sanitarias a los a los establecimientos destinados a la fabricación, procesamiento, envase, almacenamiento y expendio de alimentos.

4.3.3 Resolución 2640 De 2007. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Por la cual se reglamentan las condiciones sanitarias y de inocuidad en la producción primaria de ganado porcino destinado al sacrificio para el consumo humano. Establece los requisitos sanitarios que deben cumplir las granjas de producción primaria dedicadas a la producción primaria de porcinos para el consumo humano y prohíbe el suministro de lavazas o residuos de alimentos a porcícolas de comercialización.

5. METODOLOGIA

5.1 DIAGNOSTICO

Para el diagnostico se tuvo en cuenta el siguiente procedimiento:

5.1.1 Generación

Fuentes de generación, tipo de residuo a estudiar, manejo actual

5.2 CARACTERIZACION

Para determinar cuantitativamente los residuos generados por la empresa, prepararon, pesaron y midieron los residuos generados, en los sitios de preparación y servicios. Con el objetivo de hacer más eficiente dicho proceso, se trabajó en la inducción al personal asignado, capacitándolo en la identificación de materiales y su correcta clasificación.

5.3 ALTERNATIVA DE MANEJO DE LOS RESIDUOS DE LAVASA

Para el aprovechamiento de este tipo de residuo (lavasa) se selecciono el compostaje con adición de aire una tecnología apropiada para este tratamiento.

6. RESULTADOS

6.1 Fuentes de generación

Al interior de los centros de preparación de alimentos, se identificaron las áreas y actividades de generación de residuos, las cuales se describen a continuación en la tabla 3:

- ◆ Cocina caliente
- ◆ Comedores

Tabla 3. Fuentes de generación de residuos

FUENTES DE GENERACIÓN DE SERVICIOS SÓLIDOS			
ACTIVIDAD/PROCESO GENERADOR	TIPO DE RESIDUOS GENERADOS		OBSERVACIONES
	COMUNES	ESPECIALES	
PRODUCCION			
Preparación de alimentos	Residuos de comida, Cartón, Plástico, Vidrio	Aceites quemados	x
Preparación de alimentos	Residuos de comida, Cartón, Plástico, Vidrio	Aceites quemados	
SERVICIO			
Consumo de alimentos	Restos de comida, Papel, Vidrio, Vasos desechables, Servilletas sucias, Plástico, (PET), Empaques de alimentos,	NG	Un porcentaje del papel y el plástico generado no es aprovechado debido a que son empaques de alimentos y generalmente están impregnados

FUENTES DE GENERACIÓN DE SERVICIOS SÓLIDOS			
ACTIVIDAD/PROCESO GENERADOR	TIPO DE RESIDUOS GENERADOS		OBSERVACIONES
	COMUNES	ESPECIALES	
	Latas, Cubiertos, Barrido.		de ellos, por lo tanto son considerados materiales de desecho.
Consumo de alimentos	Restos de comida, Papel, Vidrio, Vasos desechables, Servilletas sucias, Plástico, (PET), Empaques de alimentos, Latas, Cubiertos, Barrido.	NG	

NG: no genera

6.2 Tipo de residuos

En la figura 1, se ilustran los tipos de residuo que se estudiaron y en la tabla 4, las cantidades de residuos orgánicos generados de lavasa.

Figura 1. Tipos de residuos

BIODEGRADABLES	
Material compostable	
COMUNES NO APROVECHABLES	
BIODEGRADABLES	
Lavaza	

Tabla 4. Cantidad de residuos orgánicos generados de lavasa.

FECHA	DIA	Kg/TIPO DE PESO DE RESIDUO	TOTAL
		ORGANICOS	
09/2012	1	2421	2421
09/2012	2	2576	2576
09/2012	3	2645	2645
09/2012	4	2543	2543
09/2012	5	2457	2457
09/2012	6	2689	2689
09/2012	7	2564	2564
09/2012	8	2346	2346

FECHA	DIA	Kg/TIPO DE PESO DE RESIDUO	TOTAL
		ORGANICOS	
09/2012	9	2576	2576
09/2012	10	2530	2530
09/2012	11	2457	2457
09/2012	12	2424	2424
09/2012	13	2462	2462
09/2012	14	2668	2668
09/2012	15	2453	2453
09/2012	16	2551	2551
09/2012	17	2618	2618
09/2012	18	2438	2438
TOTAL		45418	45418
PROMEDIO DE GENERACIÓN DIARIA			2523
PROMEDIO DE GENERACIÓN MENSUAL			75690

Se identificaron las prácticas de manejo en la fuente (**tabla 5**), como la separación de material reciclable, residuos ordinarios o material de desecho y los residuos orgánicos, estos últimos separados a su vez en dos subgrupos, uno clasificado como aprovechable (material compostable) proveniente principalmente de las actividades de preparación y el segundo como no aprovechable constituido por residuos de alimentos resultantes del servicio.

Los residuos orgánicos aprovechables se disponen para la alimentación de porcino.

Tabla 5. Medidas de manejo actual identificadas.

TIPO DE RESIDUO	MEDIDAS DE MANEJO ACTUAL				
	MANEJO EN LA FUENTE	ALMACENAMIENTO CENTRAL	RECOLECCION Y TRANSPORTE	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
ORGANICOS *MATERIAL	Separación	Bodega	beneficiarios	NA	Alimentación animal
COMPOSTABLE *LAVAZA	Separación	Bodega	beneficiarios	NA	Alimentación animal

6.3 Almacenamiento primario

El almacenamiento en la fuente se efectúa en recipientes con diferentes características en cuanto a tamaño, color y tipo.

6.4 Recolección y transporte interno

La recolección y transporte interno de los residuos comunes desde sus fuentes de generación hasta la estancia de almacenamiento central es realizada por el personal de ASEO Y SOSTENIMIENTO, el cual presta los servicios de limpieza y mantenimiento de la empresa. Las frecuencias de recolección varían en función del tipo de residuo y volúmenes promedio de generación diaria.

Los residuos recolectados son transportados en canecas plásticas y arrastrados por un sistema de carro con rodachines como se muestra en la figura 2.

Figura 2: Dispositivo para recolección interna de residuos comunes



6.5 Almacenamiento

Las lavazas o residuos de alimentos son almacenados en el pasillo de la bodega del restaurante, dificultando y restringiendo el paso a la bodega y la recolección por la insuficiencia del espacio, adicionalmente este lugar no cuenta con un sistema de ventilación y regulación de temperatura, requeridos para el almacenamiento de este tipo de residuos, lo cual incumple con lo establecido en el literal *q* del artículo 8 del primer Capítulo del decreto 3075. En las figuras 3 y 4 se muestran los mecanismos utilizados.

Figura 3. Almacenamiento



Figura 4: Sitio de almacenamiento central de residuos orgánicos.



6.6 Análisis del diagnóstico

En la tabla 6, se presenta una matriz semáforo que esquematiza la situación actual de la empresa (ambas sedes) en torno al manejo de los residuos, reúne aspectos de importancia mencionados en el diagnóstico y los evalúa de acuerdo a su estado por colores así: rojo, indica un estado negativo; amarillo, en proceso o que se debe mejorar; y verde, un estado positivo.

De acuerdo a lo obtenido a partir del diagnóstico y de la matriz semáforo, se incluye que el aspecto más crítico asociado al manejo de residuos por parte de la empresa es el relativo al destino de los residuos orgánicos, y específicamente de aquellos que provienen del consumo de alimentos, debido fundamentalmente a que no se está dando cumplimiento a los lineamientos establecidos por la *Resolución ICA 2640 de 2007*, que aunque no fue diseñada específicamente para los servicios de alimentación industrial, restringe la posibilidad de dar el manejo tradicional de los mismos y obliga a la empresa a encontrar una alternativa de manejo diferente.

Así mismo fue valorado el aspecto relacionado con el almacenamiento temporal y central de los residuos comunes no aprovechables (lavazas) y de residuos especiales. Encontrándose en el diagnóstico que no existe un lugar destinado exclusivamente para tal fin.

Tabla 6: Matriz semáforo. Estado de aspectos del manejo de residuos orgánicos

ASPECTO	TIPO DE RESIDUO	
	COMUNES	
Cumplimiento de normatividad	Aprovechables (Material reciclable y compostable)	No aprovechables (Lavazas, basuras o residuos ordinarios)
<i>Decreto 3075 de 19975</i>		
Medidas sanitarias en la disposición de residuos sólidos orgánicos.		
Implementación del plan de saneamiento		
<i>Guía técnica colombiana GTC 24</i>		
Separación		
Recolección selectiva		
<i>Resolución 2640 de 2007</i>		
Suministro de lavazas a porcícola destinadas		
Prácticas de manejo interno		
Manejo de la fuente		
Almacenamiento temporal		
Recolección y transporte interno		
Almacenamiento central		
Prácticas de reducción en el origen		
Prácticas de aprovechamiento, reutilización y reciclaje		NA
Prácticas de manejo externo		
Transporte externo		
Tratamiento		
Disposición final	NA	

7. ALTERNATIVAS DE MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

Como alternativa a la problemática encontrada se planteó una alternativa de Compostaje con adición de aire como que se describe a continuación:

Descripción preliminar. Para hacer una valoración económica de una planta de compostaje, lo primero que hay que ver es el costo de la inversión, mediante la realización de un estudio de las condiciones de la región donde se instalara la planta, la ubicación, los permisos necesarios por parte de la autoridad ambiental competente y la realización de una educación ambiental a la población sobre la correcta selección de los residuos sólidos generados en el sector urbano; la revisión de la organización municipal de la empresa de barrido, aseo y la disposición final de los residuos sólidos y el cumplimiento del cobro tarifario a los usuarios del servicio de aseo para garantizar la viabilidad económica de la disposición final como aprovechamiento de los residuos sólidos.

Inicialmente se realizara una educación, capacitación y estudio de todas las variables que se requieren para optar por la mejor planta de aprovechamiento de residuos sólidos, para lo cual se hará la siguiente capacitación a la comunidad:

- Conferencias
- Mensajes radiales
- Mensajes por canal comunitario de TV.
- Plegables informativos.
- Adhesivo institucional.
- Cartillas didácticas.
- Caracterización de los residuos sólidos

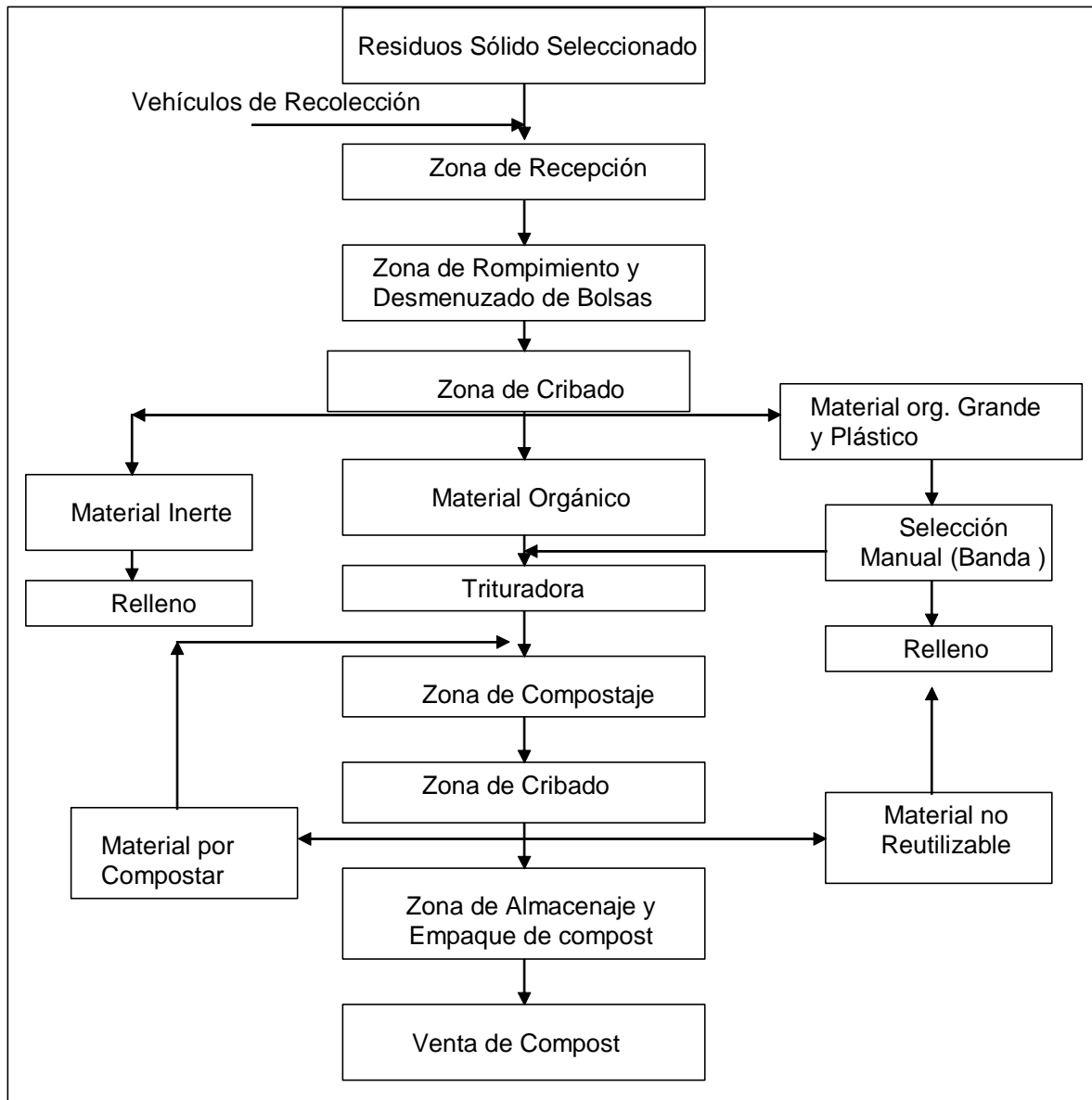
El valor económico de la planta de compostaje esta en función de:

- Ubicación
- Capacidad de la planta.
- Tipología del residuo
- Tecnificación requerida

Los cuatro factores son importantes y significativos y los requerimientos de uno no excluyen los del otro. Son valores siempre complementarios.

En la figura 5 presenta un Diagrama de Flujo del Tratamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos Rápidamente Biodegradables en una instalación de compostaje.

Figura 5. Diagrama de Flujo del Tratamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos Rápidamente Biodegradables en una instalación de compostaje.



7.1 Proceso de compostaje

7.1.1 Distribución de las áreas de trabajo en una planta de compostaje.

En la planta de compostaje se pueden diferenciar varias zonas, todas ellas relacionadas.

Área de Recepción y Control.

Área de Selección y mezcla mediante tornillo sin fin.

Área de producción y Formación de Hileras o Eras de compostaje.

Área de secado.

Área de Cribado Empaque y Almacenamiento.

7.1.2 Área de recepción y Control:

Corresponde a un área que se destina para la entrada de los furgones con la materia prima, es de aproximadamente 200 m² se debe construir una rampa y una tolva para recibo y selección final de los residuos orgánicos.

Dentro de la zona de recepción se encuentra una oficina donde se establecerá el control y seguridad de la planta, un deposito donde se guardan las herramientas menores necesarias para la correcta operación de la planta como son carretillas, palas, picas, rastrillos y repuestos para los diferentes equipos presentes en el proceso.

Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo a la maquinaria usada en el proceso para garantizar su vida útil, cada año.

7.1.3 Área de Selección y tornillo sin fin:

Es la correspondiente a la sección de maquinaria donde se encuentra la banda transportadora cuyas dimensiones son de 6m de largo, por 1m de ancha soportada sobre una estructura metálica que la ubique a 1,5m del suelo, movida

por un motor de 2Hp, sobre la cual se realiza una ultima separación de residuos inorgánicos en forma manual para que luego pasen al tornillo sin fin que se opera por intermedio de un moto reductor de 1,5 Hp este empuja los residuos hacia el triturador horizontal con capacidad de 2 Ton/hora, cuya potencia es cerca de 30Hp, con el fin de obtener un tamaño de partícula adecuado para la rápida descomposición de los residuos.

7.1.4 Caldos Microbianos: A la materia fresca se le agregan caldos microbianos para acelerar el proceso de compostación de igual forma a las pilas que se encuentran dentro del proceso en hileras o camellones.

Para la adición de microorganismos en el tornillo sin fin para garantizar la rápida descomposición de los residuos; para esto se establecen dos tanques de 1000 litros cada uno para los cuales se les conecta un compresor que produzca aire para garantizar la correcta oxigenación de los microorganismos, estos son agregados por medio de una tubería conectada a una flauta de distribución para garantizar que todos los microorganismos impugnan la mayoría de residuos frescos.

7.1.5 Producción estimada de compost.

Cálculo básico de producción de RSU (Residuos Sólidos Urbanos)

Se estima una producción de RSU ORGÁNICOS del orden de 2,5 TNS/DÍA (Datos de 2012).

La producción de compost que se puede obtener es aproximadamente el 30% de la materia fresca.

$2.500 \text{ Kg./día RO} * 30\% = 750 \text{ kg/día de compost.}$

7.1.6 Área de producción y formación de hileras o Eras: La conformación de las Eras se debe realizar sobre una base en concreto de 3000 psi, con un espesor de 10cm reforzada con malla electro soldada; la base en concreto debe tener una pendiente del 10% hacia la canaleta de recolección de lixiviados con el fin de garantizar la rápida recolección de los lixiviados evitando que se contaminen, para que sean llevados al sistema de recirculación y tratamiento de lixiviados; se deben construir muros perimetrales mínimo de 1,5m de altura.

La estructura de techos puede ir soportada por columnas en Cercha metálica, o en concreto, pero la base que este en contacto con los residuos sólidos orgánicos deben ir recubiertas con concreto para evitar que se oxiden; el tejado puede ser en laminas de zinc a una altura no inferior a 3m, para garantizar la aireación de la planta, se deben tener en cuenta que para los sitios como el acceso de la volqueta a la tolva el tejado debe ser mas alto.

Debe contener toda la distribución eléctrica tanto para maquinaria y equipos como para el alumbrado, se hará necesario la instalación de un transformador y de tener línea trifásica de conexión para los motores.

7.1.7 Disposición de las pilas, hileras, parvas o camellones: Los residuos triturados se disponen con carretillas y palas manuales formando pilas o hileras, de forma trapezoidal con una base de 3m, soportadas sobre unas estibas en madera, dentro de un cobertizo y encima de un pavimento adecuado para la recogida de lixiviados.

La fracción orgánica se extiende, debajo de una nave, durante aproximadamente 20 días, allí va fermentando y convirtiéndose en compost.

Se deben considerar áreas suficientes para la operación y el movimiento de las carretillas dentro del área de producción asegurando la correcta disposición y tamaño de las pilas o hileras a conformar.

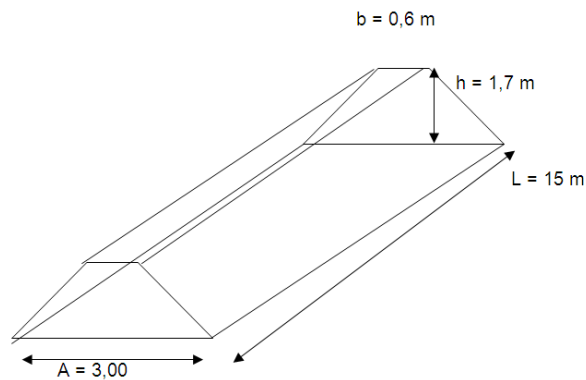
Para el diseño se va a considerar una cantidad de 2,5 Ton/día de residuos orgánicos generados, que equivalen a 75 Ton/mes.

Se asume que estos residuos están separados en la fuente y que la cantidad de residuos inorgánicos (plásticos, cueros, telas) e inertes son muy bajos.

Se asume una densidad aparente o volumen específico de 0,5 Ton/m³, se obtendrían

$$\text{Volumen generado} = 75 \text{ Ton/mes} * 1/0,5 \text{ m}^3/\text{Ton} = 150 \text{ m}^3/\text{mes}.$$

Para la conformación de las pilas se diseñan de forma trapezoidal, de base 3m con una altura de 1,7m y una base superior de 0,6m con longitudes de acuerdo al terreno obteniéndose un promedio de 14m como se muestra en la siguiente figura:



Calculando el volumen de residuos por cada pila se tiene:

$$\text{Área de cada pila } A = L * (h * (B + b) / 2)$$

$$\text{Volumen} = 15,0 * (1,7 * (3 + 0,6)/2))$$

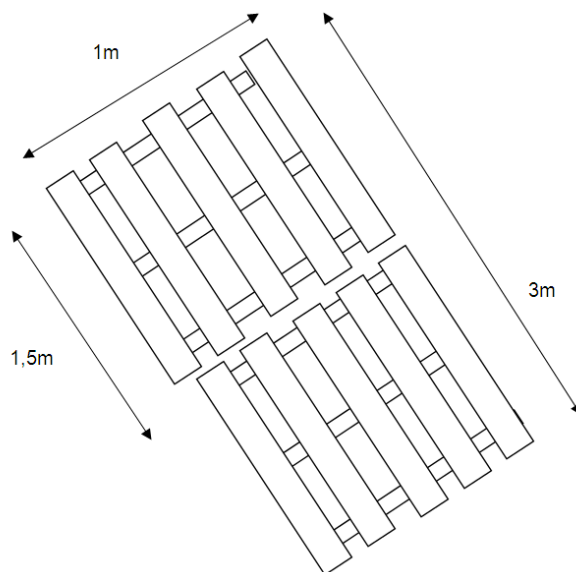
$$\text{Volumen} = 45.9 \text{ m}^3 / \text{pila}$$

$$\text{Numero de pilas} = (150 \text{ m}^3/\text{mes}) / (45.9\text{m}^3/\text{pila}) = 3.2 \text{ pilas aprox } 4 \text{ pilas/mes}$$

De conformidad a la topografía del terreno se diseñan una sección con 8 pilas con sus áreas de circulación de 1m cada una y con dos canales de recolección de lixiviados de 0.3m por 0.1 m de alto a los lados de las estibas. Cada una de las secciones tiene una pendiente de 10% hacia la canal principal de recolección de lixiviados cuyas dimensiones son 0.4m de ancho por 0.4m de profundidad y por 40 m de longitud.

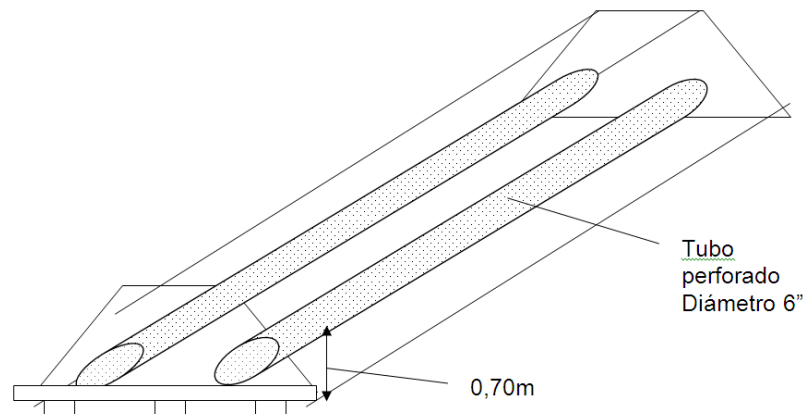
Las pilas van soportadas sobre estibas que pueden ser de madera o plásticas de dimensiones 1,50m * 1m, con el fin de hacer percolar los lixiviados generados y airear por la parte inferior las pilas de compostación.

Los lixiviados se percolan por las estibas y escurren hacia el canal recolector de lixiviados como se observa en los anexos.



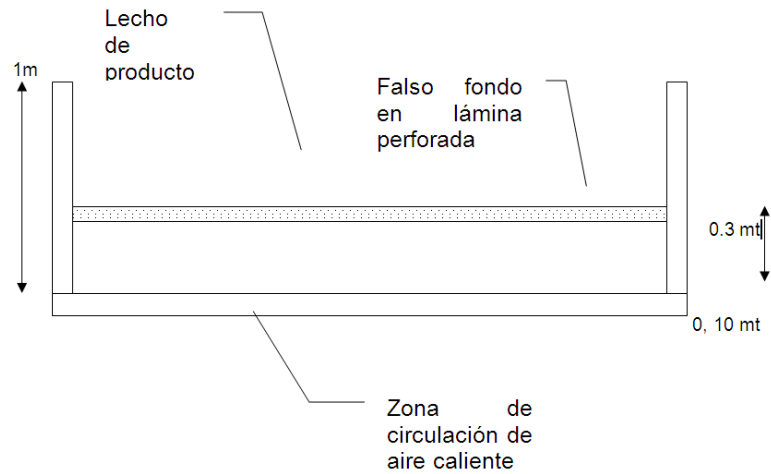
7.1.8. Sistema de oxigenación de las Pilas: Para la oxigenación de las pilas se tiene un sistema de aireación que consta de un colector en mampostería de 1,50 m de ancho por 0,8 m de alto por 40 m de longitud, donde se insertan tubos metálicos con llaves de paso con el fin de controlar la entrada del aire de cada pila. Cada pila tiene dos tubos internos desmontables de 6 pulgadas (0,1524 m) con perforaciones de ½ pulgada cada uno, separados 0,20m alrededor del tubo con el fin de garantizar el flujo de aire por toda la pila. Los tubos van a una altura de 0,70 m del nivel de las estibas sobre las cuales va el compost, como se ilustra a continuación.

El aire es soplado a través de las pilas de compostación por un sistema de ventilador de 36 pulgadas, accionado con un motor de 10Hp trifásico.



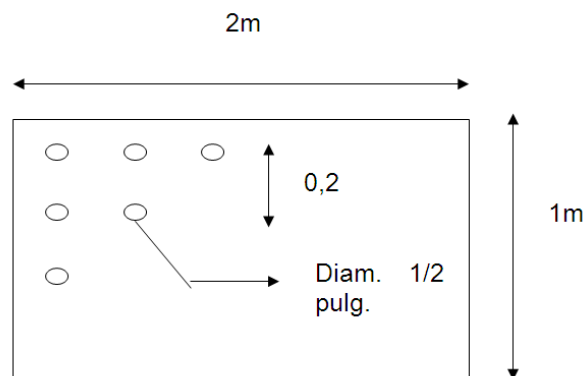
7.1.9 Área de secado: Una vez el producto se ha madurado y compostado es necesario retirarle la humedad en exceso que contenga para lograr un producto terminado con una humedad menor al 10% y poder ser comercializado. Para esto se conforman dos áreas de secado, con paredes medianeras en mampostería de 1m de alto; se construye un falso fondo a 0,30 m del suelo, soportado sobre columnas en concreto o ladrillo para soportar láminas en hierro perforadas sobre

las cuales se coloca el producto a secar y se hace circular aire a través del lecho con ayuda de un ventilador de 24", con motor de 7,5HP.



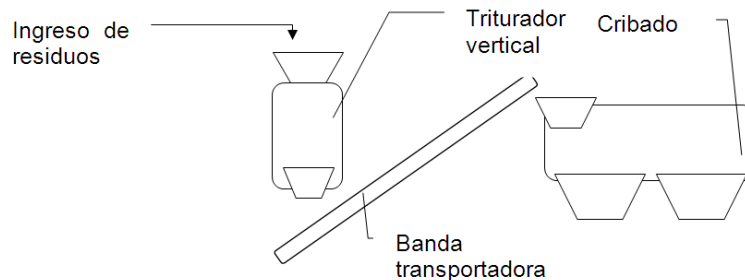
Para el falso fondo del sistema de secado por inyección de aire se requiere:

- 100 laminas de 2m por 1m con espesor de 0,5m perforadas con orificios de ½ pulgada separadas 0,2m.



7.1.10 Área de Cribado: Una vez seco el producto se lleva a un triturador vertical que utiliza un motor de 10Hp, el cual tritura el producto final para obtener los tamaños de partículas adecuados para la comercialización del producto; posteriormente una nueva banda transportadora eleva el producto ya triturado

hasta la tolva de la criba o zaranda metálica que consta de un moto reductor de $\frac{1}{2}$ caballo con una criba circular y tres tolvas, dos por donde sale el producto a ser empacado y una tolva final donde sale el producto que debe ser eliminado.



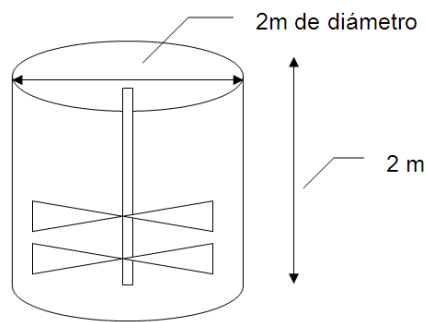
7.1.11 Sistema de tratamiento y recirculación de lixiviados: Los lixiviados se recolectan por canaletas perimetrales a las estibas de conformación de las pilas de producción, para luego ser descargada en una canaleta principal de dimensiones 0.4m de ancho, por 0,3m de profundidad para ser llevados al tanque de recirculación de lixiviados el cual debe estar enterrado teniendo en cuenta la pendiente y asegurando el flujo hidráulico, consta de un agitador vertical movido por un motor reductor de 1Hp, con el fin de mantener oxigenados los lixiviados, tiene conectada una motobomba con motor de 2Hp, cuya función es la recirculación de los lixiviados sobre las pilas de compostación

por medio de un sistema de aspersión compuesto por tuberías aéreas por toda el área de producción con una válvula de paso para cada pila con el fin de para garantizar la humedad necesaria en el proceso de descomposición de la materia orgánica que debe ser superior al 50%.

El tanque posee un rebose el cual esta conectado a otros dos tanques de lixiviados para posteriormente ser llevado por gravedad a un campo de infiltración de 300 metros lineales.

La profundidad del campo de infiltración depende de los niveles freáticos de la región pues estos lixiviados no se pueden combinar con las aguas subterráneas ya que se corre el riesgo de que se contaminen; estos lixiviados se les puede realizar un dilución en 50% con agua y pueden ser utilizados como abonos líquidos para cultivos dando muy buenos resultados.

Tanque de recirculación de lixiviados: en mampostería



Las aguas de lavado de planta se recolectan por intermedio de un cárcamo que conduce a una caja, para luego ser transportadas al sistema de tratamiento de aguas residuales, compuesto de una trampa de grasas, un sedimentador, dos tanques de almacenamiento y un campo de infiltración.

Para el sistema de Lixiviados se requiere:

- Tanque en mampostería de diámetro 2m y profundidad 2m
- Sistema de agitación vertical con moto reductor de 1Hp
- Motobomba de 2Hp
- 15 metros en tubería de 1 pulg. En PVC RDE 21
- 300 metros en tubería de 1 pulg. En PVC RDE 21
- 20 Tees de 1 pulg. En PVC
- 60 uniones de 1 pulg. En PVC
- 160 micro aspersores para tubería de 1 pulg.

7.1.12 Equipos de procesamiento. Se emplean diversos tipos de equipamiento en el proceso de compostaje, aunque también puede realizarse el compostaje con un equipo mínimo. A continuación se describen algunos de estos equipos.

- **Bandas Transportadoras:** Se utilizan para llevar el material al equipo de trituración, fabricada en perfiles de acero; lonas de acuerdo al tipo de producto a transportar, garantizando una mayor rigidez y larga duración. Contiene dos cilindros extremos para la transmisión de movimiento y tensores en los cuatro extremos para la graduación de la banda, adaptabilidad de pasarelas y tolva de recibo de materiales.
- **Equipo de Trituración.** Por la naturaleza de los desechos en principio no se utilizará un triturador primario.

7.1.13 Sistema acueducto: Se requiere la conexión a un acueducto con disponibilidad de una línea equivalente a una domiciliaria de 1/2 pulgada. También se propone la construcción de un sistema de recolección de aguas lluvias de los techos

7.1.14 Sistema Eléctrico; Se requiere de la instalación de energía trifásica para el funcionamiento de los motores, de una caseta de control y de un transformador trifásico, de postería en concreto para la iluminación de la planta y de todos los accesorios necesarios para el correcto funcionamiento de los motores como son conectores estrella triangulo, beaker, alambre No 12 y demás elementos eléctricos, se hace necesario que las instalaciones eléctricas sean contratadas con personal calificado para realizar instalar los motores y hacer las conexiones necesarias. No esta incluida en el presupuesto estimado.

7.1.15 Herramientas Menores: Se requieren de las siguientes herramientas:

- 10 carretillas con platonos de plástico
- 10 palas medianas
- 10 rastrillos metálicos
- 1 juego completo de llaves para tortillería
- 5 baldes con capacidad 12 litros
- 5 picas medianas
- 20 batas impermeables protección de los operadores.
- 20 cascos para protección de los operadores
- 20 mascarillas para protección de los operadores
- 50 pares de guantes calibre 50 para protección de los operadores
- 20 pares de botas de caucho para protección de los operadores

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El diagnóstico permitió establecer que las prácticas de manejo actual de los residuos orgánicos de la empresa DRUMOND LTD son inadecuadas, se identificaron puntos críticos en lo relativo a la disposición final del material orgánico y el almacenamiento temporal de residuos.

La alternativa evaluada para el manejo de los residuos orgánicos (lavazas), es el compostaje aeróbico, siendo seleccionada por constituirse en una mejor opción de términos técnicos y económicos.

El plan de manejo ambiental de la empresa DRUMOND LTD presentado ante las autoridades ambientales, permitirá a la empresa dar cumplimiento a los principios de la legislación relacionada con la gestión de residuos y alcanzar las metas establecidas en su política ambiental.

La transformación de los residuos sólidos orgánicos generados en los centros de preparación y consumo de alimento en la empresa DRUMMOND LTD, en fertilizante orgánico contribuiría; al mejoramiento de la calidad de los suelos estériles extraído durante la explotación minera, como también en la producción vegetal en vivero.

BIBLIOGRAFIA

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA. Guía para el Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Valle de Aburra. 2004.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA. Manual para el manejo integral de Residuos en el Valle de Aburra. 2007

COLOMBIA, PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, Decreto 3075 (1997) Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C. El Presidente 1997 58p.

COLOMBIA MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL Decreto 838 (23 de marzo de 2005) Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C. El Ministerio 2005 17p.

COLOMBIA MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, "Guía para la selección de tecnologías de manejo de residuos solidos". 2002. 183p

COLOMBIA MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, "Política para la gestión integral de residuos solidos". 1998

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIONES, Sistemas de Gestiona Ambiental. Requisitos con orientación para su uso. Bogotá. ICONTEC 2004. 28p. (NTC ISO 14001-2004)

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIONES,
Gestión Ambiental. Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente y
recolección selectiva. Bogotá ICONTEC. GTC 24.