



T
628.54
COR

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL
MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN UNA OBRA CIVIL-
CAMPAMENTO ATAHUALPA”**

TESIS DE GRADO

Previa la **obtención del** Título de.

INGENIERA CIVIL

Presentada por

YADIRA VERÓNICA CORDERO MARTÍNEZ.

GUAYAQUIL - ECUADOR

1999

AGRADECIMIENTO

Ing. David Matamoros y
al personal de la Obra en
Atahualpa por la
colaboración Y apoyo
para la realizacibn de
este trabajo. A los
profesores de la carrera,
por su apoyo durante mis
años de estudios.

DEDICATORIA

A MIS PADRES.

MIS ABUELITAS.

MIS HERMANAS.

LA FAMILIA.

LOS AMIGOS.

MIS PROFESORES.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Miguel Angel Chávez.

DECANO DE LA F.I.C.T.

Ing. David Matamoros.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Jorge Calle.

VOCAL PRINCIPAL

Ing. Julián Coronel.

VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad **del** contenido de esta Tesis de Grado, me **corresponde** exclusivamente, y el patrimonio **intelectual** de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de **Graduación** de la ESPOL)

Yadira V. Cordero Martinez



RESUMEN

El presente estudio analiza la **implantación** un Sistema de **Manejo** de Residuos **Sólidos** en el Campamento Atahualpa, en **el cual** se **construye** una **Planta** de tratamiento de Agua. El **Manejo** de Residuos comprende **las** actividades asociadas con el manipuleo **del** residuo y **busca** un control sobre todas las etapas que atraviesa este residuo desde que es **generado** hasta que es desechado, pretende **reducir** la cantidad de residuos que se **generan** y aplicar **tecnologías para** su tratamiento.

La tesis esta estructurada en capítulos desarrollados acorde a las etapas con que consta el **Manejo** de Residuos **Sólidos**. Se inicia con una **descripción** general de la **obra**, y de la **situación** de la zona donde se **ubica** el proyecto. Se **identifican los impactos** ambientales y **los** varios tipos de residuos generados. Se **hace** énfasis en **proceder** basado en **las** jerarquías o prioridades **para** el tratamiento de **los** mismos.

Para la caracterización de **los** residuos se utilizaron varios métodos de medición, la **inspección** visual, **el análisis** de las compras y **el método** de “cuarteo”, **para lo cual** se **trabajó** en el **lugar** de **disposición** de **los** residuos: el botadero Municipal **del** Cantón Santa Elena y se **separó** y **pesó los** diversos grupos de materiales encontrados.

La **reducción**, **reutilización** y reciclaje son enfatizados, se exponen **los** beneficios de estos procedimientos y se enumeran medidas **para** aplicarlos en **el** lugar de trabajo.

La **recolección** y **transformación** se evaluaron mediante una **comparación** de **los** sistemas de **recolección**, **caja** fija y contenedor, y entre **las** diferentes alternativas de



tratamiento o **procesos de transformación** a que puede verse sometido un residuo. Las **rutas** utilizadas **para la recolección** son analizadas en base a la **toma** de tiempos desde y hacia **los** diferentes destinos. Al final se presentan las alternativas **para la disposición** final de **los** residuos pero sin determinar una **opción preferencial** ya que tal decisión requeriría de un estudio **más** amplio de **cada** una de estas alternativas.

A lo largo de toda la tesis se realiza la **descripción** de la **teoría respectiva** en **relación** a **los** temas analizados, por considerarse necesario y **útil** presentarla no solo **como información** sino **como** sustento científico conceptual, sistemáticamente desarrollada **para** una mejor **comprensión del** trabajo y **como** referente valedero **para** quienes quieran investigar o realizar proyectos sobre el tema.

Esta tesis pretende acercar el tema **“residuos”** al **ámbito** de todos **los** profesionales y en especial al **del** Ingeniero Civil, el **cual** debería incorporar en su **formación** y **orientación** académica una visión **más** amplia de las oportunidades **respecto del** **correcto manejo** de **los** residuos de **construcción** y las opciones de trabajo y utilidad que puede brindar esta actividad, además de traer involucradas aportaciones en beneficio y **conservación del** medio ambiente.

Se pretende con esta tesis aportar con una herramienta **válida** y una **contribución** importante a las vivencias **actuales del país para** todos **los** involucrados e interesados en el tema **del manejo** de **los** residuos **sólidos**, especialmente en nuestro medio.



INDICE GENERAL

	Pag.
RESUMEN	VI
INDICE GENERAL .....	..VIIi
INDICE DE TABLAS	XII
INDICE DE GRÁFICOS Y ESQUEMAS	XIV
1 INTRODUCCIÓN	17
1.1 INTRODUCCIÓN PRELIMINAR .....	.18
1.2 OBJETIVOS .....	.19
1.3 METODOLOGÍA A EMPLEAR .....	.20
1.4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA .....	.20
1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA .....	.25
2 IMPACTOS AMBIENTALES	30
2.1 INTRODUCCIÓN .....	.31
2.2 PARTICIPANTES Y RESPONSABLES .....	.31
2.3 IMPACTO AMBIENTAL .....	.32
3 MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS	36
3.1 INTRODUCCIÓN .....	.37
3.2 ELEMENTOS FUNCIONALES EN EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS .....	.38
3.3 ESCALA DE JERARQUÍAS PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.	39
3.4 COMPONENTES O ETAPAS PARA REALIZAR UN MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	42



4	GENERACIÓN DE LOS RESIDUOS	43
4.1	INTRODUCCIÓN	44
4.2	PREVENCIÓN/REDUCCIÓN DE RESIDUOS EN LA FUENTE	44
4.3	BENEFICIOS DE LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS	45
4.4	REUSO/ REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS	47
4.5	CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS	48
4.6	MÉTODOS UTILIZADOS PARA ESTIMAR LAS CANTIDADES DE RESIDUOS	50
4.7	PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LA OBRA	72
4.8	PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LA OBRA	74
4.9	PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LA OBRA	75
5	SEPARACIÓN Y ALMACENAMIENTO EN LA FUENTE	78
5.1	INTRODUCCIÓN	79
5.2	VENTAJAS DE UN PROGRAMA DE RECICLAJE EN UN ÁREA COMERCIAL	79
5.3	IDENTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES QUE SE VAN A RECICLAR	80
5.4	MERCADOS PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS	81
5.5	TIPOS DE CONTENEDORES PARA ALMACENAR LOS RECICLABLES	84
6	RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN DE LOS RESIDUOS	97
6.1	INTRODUCCIÓN	98
6.2	FORMAS DE RECOLECCIÓN	98
6.3	SISTEMAS DE RECOLECCIÓN	99
6.4	SISTEMAS DE CONTENEDOR	99
6.5	MEDIOS UTILIZADOS PARA LA RECOLECCIÓN	101
6.6	ANÁLISIS DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN	101
6.7	COMPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE RECOLECCIÓN	107



6.8	TECNOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LOS RESIDUOS	115
6.9	PROCESOS QUE SIGUEN EL RESIDUO LUEGO DE LA RECOLECCION	123
6.10	PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN BIOLÓGICA Y TÉRMICA	124
7	TRANSFERENCIA, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL	138
7.1	INTRODUCCION	139
7.2	ESTACIONES DE TRANSFERENCIAS	139
7.3	VEHÍCULOS UTILIZADOS	141
7.4	RUTAS	141
7.5	DISFOSICION FINAL (RELLENO SANITARIO, COMBUSTION Y COMPOSTAJE)	141
8	ANÁLISIS DEL ESTUDIO	148
8.1	INTRODUCCION	149
8.2	ANÁLISIS Y PRESENTACION DE LOS RESULTADOS	149
8.3	RESIDUOS DE COSTRUCCION Y DEMOLICION	151
8.4	PROCESOS QUE SE PUEDEN EMPLEAR PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS	152
8.5	PROPUESTA DE LA MEJOR ALTERNATIVA PARA LA DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS	153
8.6	ALTERNATIVAS ARA LA DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS	162
8.7	EDUCACION E INFORMACION	166
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	170
	APÉNDICES	175
	APENDICE A LEGISLACION DE DESECHOS EN EL ECUADOR	176
	APENDICE B. DIMENSION DE TACHO RECOLECTOR DE BASURA	177
	APÉNDICE c. MÉTODO DE CUARTEO	178



APENDICE D. CONTENIDO DE NITRÓGENO Y RELACIONES NOMINALES DE MATERIALES COMPOSTABLES SELECCIONADOS	188
APENDICE E. DATOS DE LA FRACCIÓN BIODEGRADABLE DE RESIDUOS ORGÁNICOS SELECCIONADOS	189
APENDICE F. MEZCLA DE RESIDUOS PARA CONSEGUIR UNA RELACIÓN C/N ÓPTIMA	190
APENDICE G. MEZCLA DE RESIDUOS PARA CONSEGUIR UNA RELACIÓN C/N ÓPTIMA	192
APENDICE H. DATOS DE ENTRADA SISTEMA DE CONTENEDOR Y CAJA FIJA . . .	194
APENDICE I. CÁLCULO DE COMPARACIÓN ENTRE SISTEMA DE CONTENEDOR Y CAJA FIJA	195
APENDICE J. COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	197
APENDICE K. FOTOS	198
BIBLIOGRAFÍA	202



ÍNDICE DE TABLAS

		Pag.
Tabla # 1.1	Parámetros climáticos	22
Tabla # 1.2	Promedio Estación Salinas	22
Tabla # 2.1	Matriz de Leopold o de Generación de Impactos Ambientales	35
Tabla # 4.1	Métodos para la caracterización de residuos	51
Tabla # 4.2	Inspección visual de materiales.	56
Tabla # 4.3	Promedio de materiales generados.	58
Tabla # 4.4	Formato de presentaciñ de datos. Método de cuarteo.	64
Tabla # 4.5	Materiales generados en el Campamento Atahualpa	65
Tabla # 4.6	Composición predominante de materiales en el Campamento Atahualpa.	66
Tabla # 4.7	Diagnóstico de la generaciñ de residuos en Campamento Atahualpa. (Julio – Agosto)	69
Tabla # 4.8	Diagnóstico de la generación de residuos en Campamento Atahualpa. (Septiembre)	70
Tabla # 4.9	Pesaje de residuos en camión recolector.	71
Tabla # 4.10	Propiedades Biológicas de los Residuos Sólidos	77
Tabla # 5.1	Mercado para los materiales reciclables.	82
Tabla # 5.2	Tipos de plásticos y usos más comunes.	91
Tabla # 6.1	Tiempos.	106
Tabla # 6.2	Itinerario de recolección.	112
Tabla # 6.3	Procesos y factibilidad para la transformaciñ de los residuos.	123
Tabla # 6.4	Procedimiento de transformaciñ biológica.	124
Tabla # 6.5	Transformaciones biológicas.	125



Tabla # 6.5	Transformaciones biológicas.	125
Tabla # 6.6	Comparación de los procesos de compostaje.	133
Tabla # 6.7	Consideraciones a tener en cuenta en el funcionamiento de los residuos.	135
Tabla # 7.1	Análisis Costo Beneficio de Incinerador de basuras sólidas	146
Tabla # 7.2	Análisis Costo Beneficio de Compostaje	147
Tabla # 7.3	Anilisis Costo Beneficio de Relleno Sanitatio	147



INDICE DE ESQUEMAS Y GRÁFICOS

		Pag.
Esquema # 3.1	Manejo de Residuos Sólidos	38
Esquema # 4.1	Flujo de materiales.	48
Esquema # 6.1	Forma de intercambio de contenedor	102
Esquema # 6.2	Transformación Aeróbica de los residuos.	130
Gráfico # 6.1	Sistema de contenedores.	116
Gráfico # 6.2	Sistema de caja fija.	117



ABREVIATURAS

MRS	Manejo de Residuos Sólidos .
C/D	Construcción y Demolición .
m ²	Metro cuadrado
m	Metro
ft ³	Pie cúbico
Kg	Kilogramo
g	Gramo
EPA	Agencia de Protección Ambiental
PVC	Cloruro de Polivinil
C/N	Carbono Nitrógeno.
EPA	Agencia de protección Ambiental
LC	Contenido de Lignina
s v	Sólidos Volátiles

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN



1 INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN PRELIMINAR

Los residuos sólidos constituyen actualmente en nuestro país y demás países de Sudamérica, un serio problema de contaminación y de tratamiento por los altos costos que se emplean para disponer de ellos adecuadamente. Esto dificulta una acción conjunta, del gobierno y las empresas privadas, para intentar buscar soluciones o mejores alternativas, para la disposición de los residuos y la adopción de programas de reducción de los mismos. Sólo con estas acciones podríamos asegurar que el impacto ambiental ocasionado por los desechos sólidos, producto de nuestras actividades, no constituya un problema de contaminación y al contrario las actividades asociadas al tratamiento de ellos, contribuyan a la mejora de las condiciones de vida de los habitantes y a la abundancia de recursos naturales.

Esta tesis está dirigida, a analizar las mejores alternativas para el Manejo y Disposición Final de los Residuos Sólidos que se generan en una Obra Civil, la cual es ejecutada por Cedegé, a través de la Constructora Norberto Odebrecht y Asociados; los residuos representarían un serio problema y atentado para las condiciones del medio ambiente que existe en la zona del Proyecto por no existir un lugar de disposición adecuado.

Esta obra se localiza en la Península de Santa Elena, en la vía Guayaquil – Salinas a la entrada de la Población de Atahualpa, consiste en la construcción de una Planta de Tratamiento de Agua Potable para la Zonas de Santa Elena,



Salinas y Libertad, con su respectivo sistema de redes de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.

En ese capítulo se expondrán los objetivos de la realización de la Tesis y las características principales del medio donde se desenvuelve este Proyecto.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVOS GENERALES:

- Conocer los beneficios, metodología y estructura de un Manejo de Residuos Sólidos para difundir su importancia en la protección y conservación de las condiciones ambientales.
- Comprender la forma de desarrollar un Manejo de los residuos sólidos, generados en una obra civil o cualquier otro universo en estudio, y analizar la importancia de la recuperación, reciclaje y transformación de los mismos.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Elaborar y analizar alternativas para la disposición final de los residuos en el campamento y obra civil de Atahualpa.
- Caracterizar los residuos sólidos empleando varias metodologías.
- Diseñar a partir del diagnóstico de las circunstancias y análisis de alternativas un programa para el manejo de residuos en la obra.
- Identificar los mayores impactos que los residuos sólidos producen al medio ambiente.



- A partir del flujo de residuos, recuperar materiales que puedan reutilizarse o reciclarse.
- Conocer las técnicas alternativas para la transformación y aprovechamiento de la energía contenida en los residuos sólidos.
- Implementar las propuestas elaboradas.

1.3 METODOLOGÍA A EMPLEAR

La metodología de trabajo que se ha empleado es la caracterización o evaluación de los residuos que genera la obra; la investigación y el estudio teórico de medidas para el tratamiento de los residuos, que permiten a través de un análisis conjunto identificar las soluciones más factibles para implementarse.

1.4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA.

1.4.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El campamento Atahualpa está localizado en la Península de Santa Elena en el Km. 110 de la vía Guayaquil - Salinas, a 10 minutos de la población del mismo nombre, Atahualpa.

El área de estudio corresponde a un clima Desértico o Tropical semi árido.

A continuación, se describen los aspectos físicos de la Península de Santa Elena que corresponden a la zona donde se ubica el Campamento Atahualpa.



1.4.2 ASPECTO FÍSICO DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA

La fuente de datos sobre el aspecto físico de la Península de Santa Elena es Cedegé . Estos datos describen una temperatura media anual de la Zona de 24,5°C, con mínima absoluta de 15,6°C (Julio - Agosto) y máxima absoluta de 39,5°C (Febrero - Marzo); la nubosidad alcanza a 6,6 décimas como media anual. Mientras la precipitación media multianual es de 300 mm, que se concentra en los meses de Enero - Abril (o estación invernal), mientras que el resto del año no hay precipitaciones pluviales (verano); sin embargo es característico de la Zona las lluvias de gran intensidad que pueden alcanzar los 130 mm en 24 horas con un período de retorno de 25 años. La velocidad máxima del viento, 16Km./h, se presenta en los meses de Julio a Septiembre.

La aridez del clima aumenta de Este a Oeste y de Norte a Sur, mientras la variación de la media mensual de la temperatura es de 4,5°C; es mayor la variación en el mismo día que puede alcanzar 36,0°C a las 12h:00 y bajar hasta los 15,6°C a las 24H:00. Se puede decir que la temperatura es constante durante todo el año. Siendo mayor la variación diaria en los meses de Julio a Septiembre (verano), que en la estación de las precipitaciones (invierno), que generalmente se presentan de Enero a Abril de todos los años (1).

TABLA 1.1
PARÁMETROS CLIMÁTICOS

Parámetros Climáticos:	Ene.	Feb.	Mar.	Abr	May.	Jun.	Jul.	Ago	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media
Temperatura media °C	25.8	26.5	26.5	26.2	25.1	23.9	23.1	22.5	22.0	22.8	23.2	14.4	24.3
Precipitación (mm)	74.6	90.2	138.1	37.0	8.4	5.4	1.6	0.4	1.3	2.3	0.5	2.5	362.3
Nubosidad media (Octas)	5.1	5.1	4.7	3.8	4.4	5.4	6.1	6.1	5.6	5.7	5.5	4.4	5.3
Humedad relativa (%)	80	79	81	81	82	83	86	85	85	84	81	82	82
Vientos (Km/h.)	13.3	12.2	12.6	11.5	12.9	14.0	17.8	13.3	14.4	14.7	15.1	15.8	13.7

Fuente: Cedegé

TABLA 1.2
PROMEDIO - ESTACIÓN SALINAS

ESTACIÓN	PARAMETROS	ENERO	ABRIL	AGOSTO	NOVIEMBRE	PROMEDIO
Salinas	Precipitación (mm)	74.6	37	0.4	0.5	28.125
	Temperatura (°C)	25.8	26.2	22.5	23.2	24.425
	Evaporación (mm/Día)	4.4	4.4	2.9	3.2	3.725
	Velocidad viento (m/s)	4.4	3	4	3.5	3.725

Fuente: Cedegé



- Clima

En general el clima es húmedo. Varía de húmedo a templado según la época de lluvia (invierno) o estación seca (verano). En el año 1997 y principios de 1998 se presentó en el Ecuador el llamado Fenómeno del Niño que se caracteriza por la presencia de excesivas lluvias lo que ocasionó desbordamientos de ríos y temperaturas más altas de lo normal. Para el mes de Junio de 1998 el fenómeno empieza su retirada.

- Temperatura

La temperatura anual es de 25.7 C siendo muy ligera su variación estacional.

- Velocidad del Viento

Los vientos dominantes tienen dirección suroeste con una frecuencia que se aproxima al 50% seguida por la dirección oeste. La velocidad registra valores promedio que varían de 3.4 a 3.8 m/seg.

El viento alcanza las más altas velocidades durante la noche. Durante el día la presencia del viento es moderada. Se alcanza la mayor velocidad entre los meses de Junio y Septiembre.



- Exposición Solar

La zona de Atahualpa por encontrarse cercana al mar, es una zona plana y por no tener la presencia de elevaciones, se halla expuesta durante todo el día a la radiación de los rayos ultravioletas. El Ecuador por estar ubicado en la Zona Tórrida o Ecuatorial recibe los rayos del sol en forma perpendicular, siendo peligrosa una exposición directa en las horas del medio día.

El brillo solar promedio está en 125 horas/mes.

1.4.3 RESIDUOS SÓLIDOS

Actualmente los residuos sólidos provenientes de Santa Elena y de las poblaciones cercanas como el caso de Atahualpa, son llevados a botaderos a cielo abierto sin los más mínimos cuidados o preocupación por los vectores de enfermedades que allí se desarrollan o por los impactos ambientales que se generan.

El botadero de la M.I. Municipalidad de Santa Elena, tiene seis años de existencia, anteriormente la basura no tenía un lugar fijo para ser depositada. En el botadero la basura es quemada por el guardián del lugar que además cumple la función de evitar la incursión de chamberos dentro del botadero.



1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA.

La Obra Civil que se toma para estudio es parte del contrato licitado por Cedegé que contempla la ejecución del Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Redes de distribución de Agua potable y Aguas Servidas, para Playas y las poblaciones de la Península de Santa Elena, previéndose en el futuro una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.

Estas obras se denominan “Obras Complementarias de Infraestructura para la Península de Santa Elena” y son ejecutadas por la Constructora Odebrecht y Asociados, conformadas por la Constructora Norberto Odebrecht del Ecuador y por la Compañía General de Construcciones.

El proyecto completo a ejecutarse consiste de lo siguiente:

- Planta de Tratamiento de agua ubicada en el Campamento Atahualpa.
- Estación de Bombeo de Agua Cruda.
- Redes de distribución de Agua Potable y Agua Servidas.
- Lagunas para el tratamiento de Aguas Residuales en algunas poblaciones.

La obra que tomamos para nuestro estudio es la ubicada en el Campamento Atahualpa, que consiste de una Planta de Tratamiento de Agua, con capacidad para abastecer a las poblaciones de Santa Elena,



Libertad, Salinas, Atahualpa, Ancón, Anconcito y demás poblaciones pequeñas.

1.5.1 CAMPAMENTO ATAHUALPA

Se denomina Campamento Atahualpa a las instalaciones construidas por la Constructora Odebrecht para desarrollar las obras en la Península de Santa Elena, denominadas como “Obras Complementarias de Infraestructura en la Península de Santa Elena”.

La cantidad de personal que labora en la Constructora Odebrecht se distribuye aproximadamente de la siguiente forma:

Obreros: 1200 personas.

Técnicos, Ingenieros, Personal Administrativo: 250 personas.

Existe un personal que permanece alojado en el Campamento, los cuales son aproximadamente unas 200 personas.

Casi todo el personal es alimentado por el comedor ubicado en el Campamento Atahualpa.

1.5.2 LA OBRA

La producción está de acuerdo a una programación que se realiza y es llevada por el departamento de planeamiento. Mensualmente se puede conocer de una manera aproximada las cantidades de recursos que se van a emplear en la construcción de la obra.



Como nuestro estudio abarca solamente el Campamento Atahualpa y la obra que se desarrolla allí que es la planta de Tratamiento de Agua Potable, no emplearemos los datos de producción de la programación. Estos datos son útiles si se calcula un porcentaje para destinarlo como residuo.

Entre los materiales utilizados en la construcción de la Planta de Agua Potable están:

- *Encofrado: Madera*
- *Hormigón: Piedra, arena y grava.*
- *Madera: estacas, separadores.*
- *Metal: Varillas y alambres.*
- *Equipo de protección: mascarillas, guantes.*

1.5.3 AREAS DE TRABAJO EN EL CAMPAMENTO ATAHUALPA .

Obra Civil:

- Planta de Tratamiento de Agua. Las actividades que se realizan son: la colocación de hierro o armadura, encofrado, y el hormigonado.

Áreas de trabajo:

- Central de Encofrado. Se corta, aserra, y lija la madera de acuerdo al pedido del frente de obra y acorde a los planos de encofrados, también se elaboran otros artículos varios de madera.



- Central de Hierro. Se corta y dobla el hierro de acuerdo a lo solicitado de tal forma que salga listo para colocarse en la obra.
- Planta de Hormigón. Se prepara el hormigón con las cantidades exactas de material piedra, arena, cemento, aditivos, de acuerdo al diseño pedido. La dosificación se realiza mediante una computadora.
- Central de Premoldeados. Se fabrican elementos de hormigón que serán posteriormente colocados en la obra.
- Taller Mecánico. Se da mantenimiento y se reparan a todos los vehículos de la obra, desde autos hasta camiones, volquetas y mixers.
- Taller Industrial. Se preparan las piezas necesarias para reparar los vehículos y maquinarias de la obra.
- Bodega. Elabora los pedidos de todos los materiales que se utilizan en la obra, desde vasos plásticos hasta hormigón, de acuerdo a una programación prevista. También se almacena material en los patios.
- Oficinas (centrales y containers). En las oficinas labora el personal de las áreas administrativas, financieras, de costos, mediciones, proyecto, planeamiento, calidad y medio ambiente, etc.

Otros sectores:

- Comedor. Encargado de la elaboración de la comida a todo el personal que labora en la obra.
- Alojamientos. Albergan al personal alojado en el Campamento en cuartos individuales o múltiples.



1.5.4 DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL CAMPAMENTO ATAHUALPA

Los residuos sólidos generados en el Campamento Atahualpa son dispuestos en el botadero de basura perteneciente al Municipio de Santa Elena, localizado en las afueras de Santa Elena en la vía Guayaquil – Salinas. Aquí los residuos no reciben tratamiento por parte de la Constructora o del Municipio y son simplemente quemados poco a poco por personal del botadero, para evitar que se acumulen en exceso.

Un manejo de residuos sólidos desviaría del flujo de residuos los materiales recuperables a través de la reducción, reutilización o del reciclaje y así se evitaría ocasionar un mayor impacto al medio ambiente de la zona.

CAPÍTULO 2

IMPACTOS AMBIENTALES



2 IMPACTO AMBIENTAL

2.1 INTRODUCCIÓN

La elaboración de estudios de Impacto Ambiental y planes de Manejo Ambiental en el desarrollo y construcción de proyectos, es actualmente una obligación legal del Estado Ecuatoriano y de los organismos internacionales que financian los proyectos. Es importante la inclusión del tema residuos sólidos dentro de los estudios ambientales para garantizar que los proyectos no contribuyan en un mayor deterioro de las condiciones del medio.

Para la construcción de las Obras de Infraestructura de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario en la Península de Santa Elena, Cedegé a través de la empresa Ecoproyec elaboró un Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental de las Obras a realizarse en la Península de Santa Elena.

2.2 PARTICIPANTES Y RESPONSABLES

Para evitar ocasionar impactos negativos al Medio Ambiente existen leyes que protegen y controlan las actividades que contaminan al suelo, agua y aire, siendo los responsables del cumplimiento de estas regulaciones tanto el estado como el contratista encargado del proyecto. Cedegé es el responsable de verificar el cumplimiento de controles ambientales en el proyecto a través del Plan de Manejo Ambiental.



2.3 IMPACTO AMBIENTAL

2.3.1 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Los Aspectos que se analizan en un estudio de Impacto Ambiental son:

1. Características del entorno donde se desarrolla la obra.
2. Tipo / Proceso necesario para poner en marcha la obra.
3. Capacidad de causar impactos y afectar al ambiente:

Punto de vista Social, Económico y Cultural.

Los componentes del Plan de Manejo Ambiental se dividen en varios Programas, como el de Mitigación de problemas en la Construcción Urbana, Protección del Sistema de Alcantarillado Sanitario, Mantenimiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario, Establecimiento de Faja forestal en perímetros de Lagunas de Oxidación y Estaciones de Bombeo; que se aplican según el proyecto esté en la fase de construcción o de operación (2). El Plan de Manejo Ambiental elaborado por Ecoproyec no da recomendaciones para el tratamiento y la disposición más adecuada de los residuos sólidos que se generen

2.3.2 CLASIFICACIÓN AMBIENTAL

La clasificación ambiental dada por el Banco Interamericano de Desarrollo según el mayor o menor impacto que un proyecto ocasiona, ubica al Proyecto del Agua Potable dentro de la categoría I, por producir una mejora a las condiciones de vida de los habitantes sin ocasionar efectos negativos relevantes sobre el Medio Ambiente (3).



La Clasificación Ambiental dada por el BID es la siguiente:

Categoría I

Proyectos que producirán una franca mejora al medio ambiente, por lo que no requieren de un estudio de impacto ambiental.

Categoría II

Proyectos que no afectan al medio ambiente, ni directa ni indirectamente, tampoco requieren de un estudio de impacto ambiental.

Categoría III

Proyectos que pueden afectar moderadamente al medio ambiente y cuyos impactos ambientales negativos tienen soluciones bien conocidas y fácilmente aplicables. Estos proyectos sí requieren EIA.

Categoría IV

Proyectos que pueden impactar negativa y significativamente en el medio ambiente. Incluyendo poblaciones y grupos vulnerables en el área de influencia. Requieren de estudios de impacto ambiental más complejos y detallados.

2.3.3 MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES

Se realizó una Matriz de Leopold, para identificar los impactos ambientales que el proyecto de Agua Potable ocasiona al entorno, y demostrar que los residuos sólidos son una actividad importante a considerar, ya que ocasionan impactos negativos si no son tratados adecuadamente.



La matriz de Leopold muestra las interrelaciones entre las actividades de la obra y el medio físico, biológico y social donde se desenvuelve la misma.

A cada interacción se dio una valoración por medio de una escala numerada, que va desde un impacto positivo a uno negativo. Cuando no hay interacciones se dejó sin valorar.

POSITIVO			NEGATIVO		
3	2	1	-1	-2	-3

Los números indican un mayor o menor impacto que se ocasiona por la actividad que se realiza sobre el entorno o ambiente que le rodea.

VALORACIONES	PUNTAJE
Menor	1
Mayor	2
Superior	3

Se adjunta la matriz de Leopold donde se muestran las interrelaciones entre el Medio y las actividades o procesos productivos.

El orden de generación de impactos que se identificó fue el siguiente:

Botaderos de material, donde se disponen actualmente los materiales que se extraen por las excavaciones realizadas.

Yacimientos de materiales (canteras), de donde se extraen los materiales para sustituciones o rellenos localizados.

Basura (Residuos Sólidos), comprende todos los residuos que se originan en la obra.

TABLA 2.1
MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES

Matriz de Impactos Ambientales		Desbroce	Excavación	Relleno	Expropiación	Carpamentos de Obra	Contratación de M.O	Oficinas y gasolinera	Basura (Residuos Sólidos)	Aguas Residuales	Botaderos de material	Central de Hormigón	Taller Mecánico	Tendido de Redes	Caminos de Servicio	Transporte de Material y Personal	Yacimientos de materiales (carreteras)	Construcción Planta de Tratamiento	Urbanización		
		Actividades o Procesos																			
Medio Físico, Biológico y Social	Calidad del Aire		-1	-1				-1	-3	-1		-2	-1		-2		-2	-1			
	Ruido y vibraciones		-2	-3					-1		-2	-1	-1	-1	-3	-1	-3			-1	
	Uso y ocupación del Suelo	-2			-2			-1	-2	-3	-3	-1		-1	-1	-1		-2	2	-1	
	Alteración de cobertura vegetal	-3	-3						-1	-1	-2				-2	-1		-2	-1	-1	
	Alteración de características del relieve	-1	-1	-1							-3				-2	-1		-2	-1	-1	
	Alteración de características del suelo	-2	-3	-3		-1			-2	-3	-2			-1	-2	-1	-1	-1		2	
	Alteración de calidad de las aguas								-1	-3	-1			-2					3	-2	
	Alteración de las condiciones de flujo, caudales y descarga de los acuíferos			-2						-2	-2							-2	3	-1	
	Alteración de la dinámica poblacional (Deslojo y flujos migratorios)		-2		-2	-2	3									2		-2	3	1	
	Alteración del Ecosistema terrestre y las interrelaciones fauna, flora, medio físico	-3								-1	-2									-1	
	Estructura Ocupacional y productiva						3									3				2	1
	Exposición de población a sistemas de riesgo								-3	-1								-2	3	1	
	Dolencias ocupacionales				-1		3		-3							2			3	1	
	Dolencias endémicas				-1		3									2			3	1	
	Paisaje	-3	-2	-2		1						-3				1				2	
	Suma	-14	-14	-12	-6	-2	12	-2	-16	-15	-20	-4	-5	-8	1	-2	-18	19	1		

CAPÍTULO 3

MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS

3 MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

3.1 INTRODUCCIÓN

El Manejo de Residuos Sólidos que trataremos a lo largo de ésta tesis comprende la administración efectiva de los residuos a lo largo de las etapas de generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación, de una forma que armonice con los principios más altos de Salud Pública, Economía, Ingeniería, Conservación, Estética y otras consideraciones ambientales, que responden a las expectativas públicas (4). Esto incluye todas las funciones administrativas, legales, de planificación y de ingeniería involucradas en las soluciones de los problemas asociados a los residuos sólidos; soluciones que pueden implicar relaciones interdisciplinarias complejas entre variados campos (4).

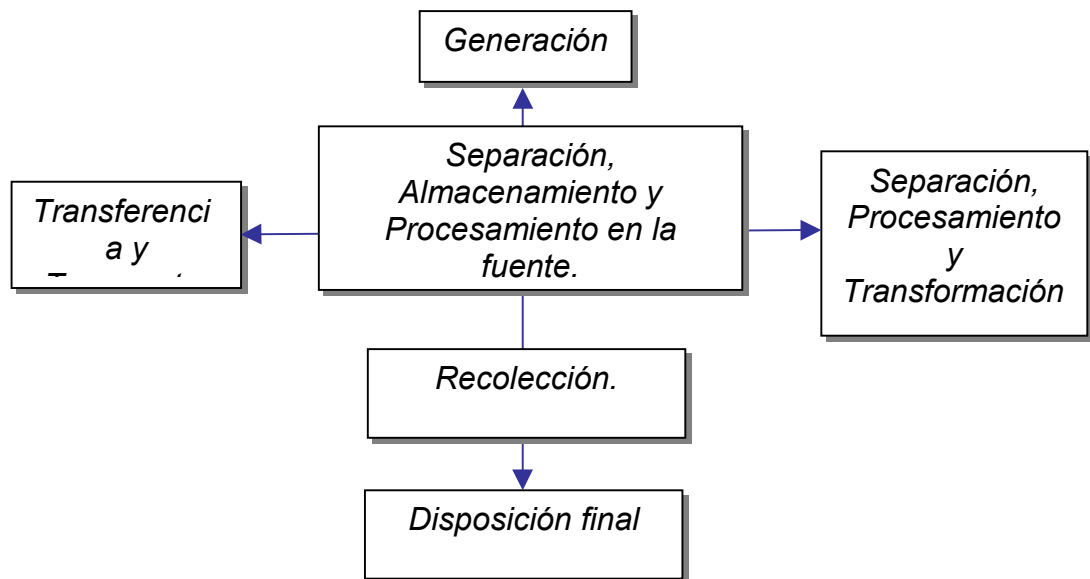
Para lograr manejar o gestionar correctamente los Residuos Sólidos que se generan en la obra, objeto de nuestro estudio o en cualquier otro universo, primero se debe definir bien los límites o alcance del proyecto a cubrir para poder elaborar un plan de acción, acorde con la realidad. De esta forma se asegura la implementación adecuada de las actividades respectivas para el manejo de los residuos.

Los pasos que adoptaremos para lograr el Manejo de los Residuos Sólidos generados en el Campamento y Obra Civil de estudio, son actividades que se denominan elementos funcionales y se describen a continuación:

3.2 ELEMENTOS FUNCIONALES DE UN MANEJO DE RESIDUOS.

Las actividades asociadas con el Manejo de Residuos Sólidos que comprenden desde la Generación hasta la Disposición final de los mismos, se agrupan en seis Elementos Funcionales, propuestos por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, Environmental Protection Agency, EPA (4) :

1. *Generación.*
2. *Separación, Almacenamiento y Procesamiento en la fuente.*
3. *Recolección.*
4. *Separación, Procesamiento y transformación.*
5. *Transferencia y Transporte.*
6. *Disposición Final.*



Esquema # 3.1

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Fuente: Tchobanoglous - Vigil

El considerar cada elemento funcional por separado nos permitirá:

1. Identificar los aspectos fundamentales y relaciones que envuelven cada elemento.
2. Desarrollar relaciones cuantificables para propósitos de hacer comparaciones ingenieriles, análisis y evaluaciones.
3. Desarrollar un marco con el cual evaluar los impactos de los cambios propuestos y los futuros avances tecnológicos.

Cuando todos los elementos funcionales han sido evaluados para su uso, entonces se habla de un manejo o gestión integral de residuos sólidos. La gestión integral de residuos se define como “la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas de gestión idóneos para lograr metas y objetivos específicos de gestión de residuos”¹.

3.3 ESCALA DE JERARQUIAS EN EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Para el manejo o solución de los problemas asociados con los residuos, se ha acordado y establecido una escala de prioridades o jerarquías, que han sido adoptadas por muchos organismos públicos, privados, etc., alrededor del mundo; las cuales sirven como una guía para abordar de manera adecuada el tema del tratamiento de los Residuos.

¹ Tchobanoglous - Vigil



Las siguientes jerarquías establecidas por la Agencia de Protección Ambiental, nos indican cuales son las actividades en orden de prioridad que se deberían adoptar para controlar los residuos (4).

- 1. REDUCCIÓN O PREVENCIÓN DE RESIDUOS**
- 2. RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN.**
- 3. TRANSFORMACIÓN.**
- 4. DISPOSICIÓN FINAL**

La primera opción es la Reducción o Prevención de Residuos en la fuente, la segunda opción es el Reciclaje, siempre y cuando todas las medidas para reducir o prevenir se han agotado. Si no se puede reciclar se debe dar un tratamiento a los residuos para convertirlos en productos más útiles y menos nocivos al medio ambiente. Al final se deben disponer de una manera adecuada en un relleno controlado.

Reducir:

Es disminuir la cantidad de todo aquello que de una u otra forma genera un desperdicio innecesario.

Reutilizar:

Es volver a usar un producto o material varias veces sin tratamiento. Darle la máxima utilidad a los objetos sin la necesidad de destruirlos o deshacerse de ellos.



Reciclar:

Es utilizar los mismos materiales una y otra vez, como materia prima, reintegrarlos a otro proceso natural o industrial para hacer el mismo o nuevos productos, utilizando menos recursos naturales.

En los siguientes capítulos de esta tesis se analizarán los elementos funcionales del Manejo de Residuos en el Campamento Atahualpa y Obra. En este análisis se exponen las opciones más importantes consideradas dentro de cada elemento, tomando como base la escala de jerarquías, y al final se analizan las opciones más factibles para tratar los residuos.

Para una exitosa implantación del Manejo de Residuos Sólidos se debe identificar un cronograma de actividades donde se describan las tareas a ejecutarse, con plazos y fechas; de esta manera se asegura una participación más comprometida y colaboración de los integrantes del Proyecto en el desarrollo de todas las actividades. El Cronograma y actividades se describen en el capítulo de Análisis al final de esta tesis.



3.4 COMPONENTES O ETAPAS PARA REALIZAR UN MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.

- Planificación del Programa.
- Reconocimiento de las Variables Ambientales que impactan en el proyecto.
- Información o divulgación de los programas y objetivos.
- Manejo de Residuos Sólidos.
 - Programa de Reducción de Residuos / Reutilización.
 - Divulgación de Medidas.
 - Programa de Reciclaje.
 - Separación en la Fuente.*
 - Almacenamiento.*
 - Venta.*
- Análisis del transporte.
- Análisis de la disposición Final y tratamiento.
- Análisis y Monitoreo del Manejo de Residuos Sólidos a través de mediciones periódicas.

CAPÍTULO 4

GENERACIÓN DE LOS RESIDUOS

4 GENERACIÓN DE RESIDUOS

4.1 INTRODUCCIÓN

La Etapa de Generación es la primera dentro del Manejo Funcional de Residuos, comprende las actividades donde los elementos se identifican por no tener ningún valor y son desechados (4).

Generación = Reciclado + Reducido + Compostado + Dispuesto en Relleno + Desechado

La suma de todos los residuos desviados del flujo de residuos por reciclaje, compostaje, etc. se incluyen también dentro de los residuos generados.

Todas las actividades o procesos productivos producen residuos. La única forma de producir cero cantidad de basura es no generando basura. Por esto los esfuerzos deben estar focalizados y dirigidos a esta etapa en primera instancia.

4.2 PREVENCIÓN / REDUCCIÓN DE RESIDUOS EN LA FUENTE

Dentro del primer elemento funcional del Manejo de Residuos Sólidos: la Generación, la Reducción de Residuos Sólidos es la primera opción o solución más importante para la disminución de residuos. Reducción en origen o Prevención de Residuos, la prevención de residuos también se refiere a cualquier actividad que reduce, evita o elimina residuos en la fuente.

En el caso del Campamento Atahualpa, la Reducción en el lugar de origen es la primera alternativa que debemos considerar dentro del Manejo de los Residuos Sólidos. Esta actividad es factible realizar por cuanto no es necesario una elevada inversión, produciendo al contrario, mucha rentabilidad, como veremos. Con lleva el efectuar cambios en la manera de pensar y concebir los productos, materiales y residuos por parte de las personas, también el cambiar costumbres o hábitos adquiridos.

4.3 BENEFICIOS DE LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS:

- A. Produce mayor eficiencia en las operaciones y reduce los costos. Se comprará, usará y desechará menos debido al más eficiente manejo de los residuos. Reduce los gastos de materia prima, suministros de oficinas y otras compras. Otra potencial ventaja económica incluye menos costos de servicio de residuos y retornos por la venta de materiales.
- B. Realza la imagen pública –se demuestra una fuerte sensibilidad al medio ambiente- en una sociedad consciente. Estos esfuerzos pueden aumentar la confianza del cliente..
- C. Se incrementa la moral de los empleados y los capacita para participar en los programas de ahorro de recursos y reutilización.
- D. La reducción de residuos ayuda a proteger el medio ambiente. Detiene la explotación de recursos naturales, ayuda a reducir la contaminación



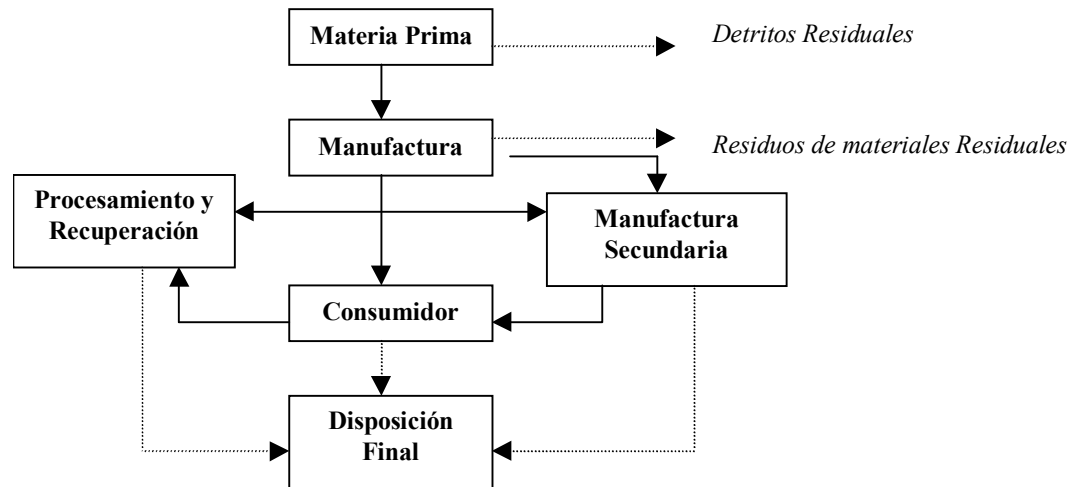
por la extracción de materia prima y manufactura de productos y conserva espacios valiosos de relleno. Cuando se recicla, los residuos materiales se convierten en materia para la manufactura de nuevos productos.

Las mayoría de las alternativas identificadas en el Campamento Atahualpa para lograr ahorros y reducción en la cantidad de residuos generados, luego de haber analizado las actividades, están asociadas con la Reducción en la Fuente, el Reuso y con el Reciclaje.

Se puede diseñar productos que utilicen menos materiales tóxicos, que requieran menos empaque, que sean reciclables, que usen materiales reciclados, y generen menor cantidad de residuos cuando son de duración corta (4).

En cada etapa o fase a lo largo de una actividad se pueden lograr ahorros significativos si se examina cuidadosamente los procesos, buscando optimizarlos. Optimización que se obtiene al reducir el tiempo de duración de una actividad, la cantidad de material que empleamos, la cantidad de residuos o desperdicios, etc.

La Generación y el flujo de materiales en una sociedad tecnológica es esquematizada de la siguiente forma, según Tchobanoglous:



Fuente: Tchobanoglous

FLUJO DE MATERIALES

Esquema # 4.1

4.4 REUSO - REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS

La reutilización de residuos se refiere al uso de un producto más de una vez en su forma actual- corriente (sin convertirlo en materia prima). Se relaciona con la generación por que el reuso evita generar más residuos. Las medidas para la reducción de residuos en el Campamento Atahualpa son descritas en el capítulo 8, las cuales se pueden poner en práctica en cualquier lugar en que nos hallemos en casa o en los lugares de trabajo. Son medidas generales que nos ayudan a reducir la cantidad de recursos utilizados para determinada labor y por ende nos ayudan a reducir los residuos.

4.5 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS

La caracterización o evaluación se realizó para conocer cómo y dónde están siendo generados los residuos y qué está pasando actualmente con ellos (4). Esta evaluación o caracterización nos permite también identificar la composición, características y cantidades de los Residuos Sólidos. La información reunida es de utilidad para planear un programa de reducción y reciclaje. Existen diferentes métodos para evaluar los residuos y es generalmente más efectivo combinar dos o más (5). Los residuos domésticos pueden evaluarse con Métodos como el cuarteo, peso específico, etc., y los residuos comerciales e industriales pueden evaluarse con métodos de análisis según el lugar de generación, ya que las fuentes son puntuales, definidas y de procesos específicos. Entre los métodos más conocidos y utilizados en nuestro medio para evaluar los residuos, están los utilizados por el Municipio de Guayaquil, donde se utilizaron normas y metodologías de origen mexicano para los estudios de la generación y factibilidad de recuperación de componentes de los residuos en la ciudad.

En el caso de los residuos generados en una construcción civil, podemos antes que todo clasificar las fuentes de generación que tenemos. Las cantidades de residuos de construcción y demolición son generalmente difíciles de estimar y variables en composición, pero generalmente la

distribución que se presenta de acuerdo al texto de Tchobanoglous es la siguiente:

- 40 a 50 % de mezcla de (concreto, asfalto, bloques, ladrillos y suciedad).
- 20 a 30 % de madera y productos relacionados (pallets, tocones, ramas, madera aserrada de marcos o moldes, madera tratada, y shingles),
- 20 a 30 % de residuos misceláneos (madera pintada o contaminada, metales, vidrio, artículos de línea blanca, asbestos, tuberías, calefacción y partes eléctricas).

La evaluación de residuos en el Campamento Atahualpa se realizó a través de varios métodos aplicados a cada situación particular.

4.5.1 FACTORES QUE AFECTAN LA TASA DE GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA.

Estos factores se refieren a los hechos que producirán una variación en la cantidad de basura que se puede generar y que es desviada del flujo normal de residuos (4). Generalmente estos factores tienen que ver con:

1. Las actividades de Reducción y Reciclaje que se realicen al momento de las mediciones.
2. Legislación y actitud pública existente en la zona.
3. Factores físicos y geográficos sobre la generación de residuos sólidos

En el *Campamento Atahualpa* las cantidades de residuos generadas se verán afectadas por:

- Las actividades de Reciclaje de papel y cartón.
- La actitud de los trabajadores (obreros, técnicos, ingenieros, gerentes) hacia la generación innecesaria de residuos.
- El cronograma de obra, si es el comienzo o la finalización de una obra.
- El tipo de actividad realizada, si son hormigones, excavación o instalación de tuberías.
- Los niveles de producción en que se halla la obra.
- Instalación de trituradores de residuos de comida en la cocina.
- La época del año, si es lluviosa o seca por la generación de lodo, suciedad y vegetación.

4.6 MÉTODOS UTILIZADOS PARA ESTIMAR LAS CANTIDADES DE RESIDUOS

Los métodos que se describen a continuación son utilizados para realizar una evaluación o caracterización de los Residuos Sólidos que se generan en lugares de trabajo como oficinas, empresas, industrias. A diferencia de los residuos generados en las comunidades, podemos realizar la evaluación de los residuos en el lugar de origen o a través de registros de compra, datos de producción, etc. (5). Existen algunos métodos útiles para recoger información acerca de los residuos que se generan. Se ha utilizado, para

nuestro estudio, una combinación de ellos de forma tal que podamos obtener la información necesaria y suficiente y así estar en capacidad de diseñar un programa efectivo de reducción de residuos. A continuación se listan los métodos empleados, el proceso realizado y las sugerencias para la realización de cada actividad.

Tabla 4.1

MÉTODOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS.

Método, Tipo de información reunida	Proceso	Sugerencias
Vistazo de materiales		
<ul style="list-style-type: none">• Vistazo de las operaciones, flujo de materiales.• Puntos de generación• Técnicas para reducción de residuos ya en uso.• Información cualitativa e informativa.	<ul style="list-style-type: none">• Observar las operaciones.• Entrevistar a los empleados• Evaluar visualmente y a través de las entrevistas.• Listar los tipos de residuos generados.• Identificar residuos especiales o variables.	<ul style="list-style-type: none">• Preguntar mucho.• Solicitar ideas/ escuchar.• Tomar muchas notas.• Observar la operación entera desde la perspectiva de la basura producida.

Registros de compra

- Información del comienzo del flujo de materiales.
- Información de costos, útil para determinar los beneficios de la prevención de residuos.
- Cantidades de los materiales de residuos que son comprados y luego descartados con los medios.
- Identificar los materiales que pueden cuantificarse de los registros de compras.
- Obtener registros en la forma más útil. Como compras de cada ítem en el año.
- Utilizar factores de conversión para transformar cantidades de compra en cantidades de residuos.
- Método útil para empaque que es generalmente descartado en el sitio.
- Aún si algo de material comprado deja el lugar antes de ser descartado, la información sobre el total de cantidades compradas y costos es útil para ideas de prevención de residuos.
- Donde la información de costo es sensitiva, puede excluirse para estimar las cantidades de residuos.

Registros de Producción

- Precisa cantidades para materiales rastreados como parte de los datos de producción.
- Oportunidades para reducción de residuos relacionadas directamente a los gastos de producción.
- Provee visión interna del flujo de materiales.
- Números, los cuales pueden ser ajustados para medios con niveles variables de operación.
- Identificar materiales que ya han rastreado en los datos de producción. Ej.: comida descartada en un restaurante, material de desecho por unidad en un proceso de manufactura.
- Los registros de producción pueden existir en una variedad de formas y por una variedad de razones. Preguntar por ellos!!!.
- Mirar por lo menos obvio o información anecdótica. Ej: número de fundas para césped recolectadas cada vez que se poda el pasto.
- Los registros son algunas veces constituidos como una vía de medición y control de los gastos. Mira una forma de incorporar la reducción de
- Obtener registros en la forma

más útil. Ej: un promedio mensual de los registros de comida diaria descartada. residuos dentro de este sistema.

Registros de recolectores.

- Información del final del flujo de materiales.
- Volumen total y a veces peso de los residuos recolectados.
- Volumen total y a veces peso de los residuos reciclados.
- Disposición de residuos y costos de disposición de reciclables.
- Obtener registros de compradores, incluyendo la frecuencia de recolección, tamaño de los contenedores, peso cuando este disponible, costos.
- Si el contenedor entero esta siendo reciclado, datos del peso pueden estar disponibles del recolector o relleno sanitario.
- Estimar el peso por yarda; preguntar al recolector, mirar los estándares industriales o ejemplos de peso.

Selección de residuos

En la totalidad de la instalación.

- Información del final del flujo de materiales.
- Cantidades de cada tipo de residuo producido en toda la instalación/ empresa/ obra.
- Decidir las categorías a seleccionar. Más detallado mejor.
- Pesar la muestra total si es posible.
- Separar y pesar las categorías de los componentes. Restar el contenedor del peso total, extrapolar el total.
- Dificultad para escoger una muestra exacta es complicado especialmente en una facilidad larga y compleja.
- Utilizar el total de las cantidades determinadas por los recolectores como un chequeo del total de las cantidades extrapoladas de la selección total de residuos en la facilidad.

Selección de residuos

En un área específica.

- Información acerca de los residuos en el punto de generación.
- Tipo y cantidades de residuos producidos por una actividad específica.
- Decidir las categorías a seleccionar. Más detallado mejor.
- Escoger una muestra representativa. Para un área pequeña todos los residuos de un día o semana promedio. Para un área grande escoger una técnica de muestreo, como el 20% de todas las fundas de basura.
- Pesarse la muestra total si es posible.
- Separar y pesar las categorías de los componentes. Restar el contenido del peso total, extrapolar el total.
- Cuando se escogen las categorías tener presente de escoger los materiales presentes en grandes cantidades, y los que se pueden desviar por reducción o reciclaje.
- Involucrar al personal en el punto de generación: escoger una muestra promedio y ayudar en la selección si es posible.
- Cuando se extrapola recordar multiplicar por el número de años de operación y no por 365.
- Asegurarse que todos los componentes se añaden al total, si hay líquido poco o mucho o dificultad separar poner en una columna llamado otros.

Fuente: California Integrated Waste Management Board (CIWMB)

“Establishing a Waste Reduction Program at Work”

4.6.1 INSPECCIÓN VISUAL DE MATERIALES

Es el primer paso en la evaluación de los Residuos Sólidos, nos da una idea general del flujo y ayuda a identificar el potencial de actividades para reducción (5). Consistió en una revisión visual de los residuos. Es importante tener en cuenta el tiempo, hora, día, estación. (Los materiales



generados según el área, se identificaron por colores, en un mapa del lugar.)

La actividad preliminar para la evaluación de residuos consistió en la realización de un recorrido por toda la obra, para identificar visualmente y fotográficamente los residuos generados. Los puntos que se analizaron en el recorrido fueron:

- Lugar de generación.
- Clase de residuo.
- Cantidad aproximada.
- Actividad que genera tal residuo.
- Utilidad del residuo para reutilizarse o reciclarse.

La inspección visual es el comienzo de cualquier estudio de factibilidad porque permite de inmediato determinar a simple vista, las oportunidades que pueden existir para el mejor tratamiento de los residuos. De la inspección visual realizada se obtuvo la siguiente tabla donde el porcentaje indica la cantidad existente del respectivo residuo:

TABLA 4.2

INSPECCIÓN VISUAL (MATRIZ DE GENERACIÓN)

Matriz de Generación de Residuos		Papel	Cartón	Plástico	Metal Ferreo	Madera	Bloques	Residuos orgánicos	Hormigón	Material no Ferreo	Vidrio	Suelo	Equipo de Seguridad E.P.I	Caucho	Yeso	Baterías	Roca, Arena,
		Áreas del Campamento															
Áreas Indirectas																	
	Oficinas	■	■					■		■							
	Comedor		■					■		■							
	Alojamiento																■
	Dispensario Médico	■								■							
	Bodega	■	■		■					■							
	Banco	■															
	Sevicios Generales	■	■										■	■			
	Gasolinera		■														
Producción																	
	Talleres Centrales				■								■	■			
	Central de Encofrado					■							■	■			
	Planta de Hierro				■								■	■			
	Central de Hormigón		■														■
	Premoldeados					■											■
	Laboratorio de Suelos y Hormigones								■			■					■
	Producción		■			■						■					■

0 - 30%

■ 30 - 60%

■ 60-90%



4.6.2 REGISTROS DE COMPRAS

Los Registro de Compras proveen información del comienzo o inicio del flujo de materiales. Es útil para cuantificar materiales que son manipulados enteramente en el proceso: entran al flujo mediante la compra y salen solamente como residuo (5). Ejemplo: empaques, vasos descartables, papel de computadora, etc.

Para ser útiles los registros deben estar en forma que puedan ser revisados fácilmente (una hoja con los totales) de lo contrario es tediosa la búsqueda de la información.

Se obtuvieron los registros de compras de tres meses para obtener un promedio. De estos registros se obtuvieron valiosos datos sobre el lugar donde se generan los residuos, qué cantidades se están comprando de cada ítem al mes, donde están las oportunidades para empezar a reducir los residuos. A continuación se presenta una tabla con la evaluación de los ítems de compra.

En el apéndice se adjunta unas tablas con datos de los materiales más importantes comprados en el periodo desde Junio de 1998 hasta Enero de 1999. Estos datos ayudaron a determinar los ítems que generan residuos y los que pueden ser reducidos. A continuación se presenta el promedio de materiales comprados en el periodo de Julio de 1998:



TABLA 4.3
PROMEDIO DE MATERIALES GENERADOS

PAPEL

Tipo	Materiales	Unidad	Mensual	Promedio	origen	final	reciciable
P	Papel Xerox A-4. Resmas de 500 hojas	u	292	9.42	X	X	r
P	Papel Bond A-3	u	3000	96.77		X	r
P	Papel Bond A-1	u	4500	145.16		X	r
P	Rollo papel para máquina calculadora	u	19	0.61		X	r
P	Carpeta manila	u	213	6.87		X	r
P	Sobre Bond	u	10	0.32		X	r
P	Papel milimetrado A4	u	100	3.23		X	r
P	Caratula de cartulina A4	u	1700	54.84		X	r
P	Sobres para correspondencia Manila Blan Odebr	u	145	4.68		X	r
P	Sobres para correspondencia mediano	u					
P	Control diario (Taller mecánico)	u	24	0.77			r
P	Block ejecutivo	u	54	1.74		X	r
P	Block diversos block+B63	u	430	13.87		X	r
P	Cartulina Bristol	u	50	1.61		X	r
P	Formulario continuo blanco Caja 3000 H. Grande	u	4	0.13		X	r
P	Formulario continuo blanco Caja 3000 9,01	u	6	0.19		X	r
P	Notitas (Papel de Apuntes) Caja	u	7	0.23		X	r
P	Post It	u	44	1.42		X	r

HIERRO

H	Clavo paramadera 4in	kg	285	9.19		X	
H	Clavo para madera 2in	kg	239	7.71		X	
H	Clavo para madera 2 1/2in	kg	526	16.97		X	
H	Clavo para madera 3in	kg	93	3.00		X	

PLÁSTICO

L	Carátula de plástico Tipo A-4	u	100	3.23		X	r
L	Bota de cuero con punta de acero Par	u	499	16.10	X		
L	Guante cuero corto	u	800	25.81		X	
L	Lente protección lateral	u	100	3.23		X	
L	Funda plástica 4X6	u	5000	161.29		X	
L	Vaso Plástico 2 ONZ	u	4000	129.03		X	r
L	Vaso Plástico 7 ONZ	u	12000	387.10		X	r

MADERA

M	Tablones 4x8x4 mts	u	40	1.29	X		
M	Plancha Plywood 18mm	u	233	7.52	X		
M	Plancha Plywood 12 mm	u	68	2.19	X		
M	Tabla caña gauda	u	500	16.13	X		
M	Cuartones de madera 2x3 inch	u	20	0.65	X		
M	Tablón de madera 8x4x4 m	u	75	2.42	X		
M	Escoba fibra	u	12	0.39			
M	Tablones de madera 8x1,1/2 inch	m	200	6.45	X		
M	Tablón madera dura 8x3 inch	m	30	0.97	X		
M	Tablón madera semi dura 2x6 inch	m	200	6.45	X		



M	Cuarhón madera semi dura 3x3 inch	m	24	0.77	X		
M	Tablón madera semi dura 2x6 inch	m	2950	95.16	X		
M	Tabla madera semi dura 1x8 inch	m	1700	54.64	x		
M	Tira madera semi dura 2x4 inch	m	160	5.16	X		
M	Cuartón madera 4x2x4 m	m	410	13.23	X		

TONER I CARTUCHOS

T	Cartucho para copiadora	u	6	0.26	X	X	r
T	Print Cartrige HP-51625A	u	6	0.19	X	X	r
T	Cartucho Tinta HP Deskjet 1200C	u	13	0.42	X	X	r
T	Cinta para Impresora LX-800	u	2	0.06	X	X	r
T	Toner para impresora laser Jet/HP92295A	u	11	0.35	X	X	r
T	Toner 3100/3031/3107	u	2	0.06	X	X	r

Textiles

tr	Mascarilla Dustfoe 88,1	u	4	0.13		x	
tr	Mascarilla descartable doble 3M-8720	u	500	16.13		x	
tr	Mascarilla descartable	u	1500	48.39		x	
tr	Mascarilla multiuso	u	39	1.26		X	
tr	Trapeador	u	15	0.46		X	
tr	Waipe Kg	Kg	55	1.77		X	
tr	Tmpe	Kg	666	28.00		x	
tr	Franela	m	40	1.29		x	

VIDRIO

V	Lampara 100Wx110V	u	321	10.35	x	x	
V	Reflector da cuarzo 1500W-220V	u	14	0.45	X	X	
V	Lampara fluorescente 2x40W/120V	u	36	1.16	X	X	
V	Lampara fluorescente 4x40W	u	42	1.35	X	X	
V	Foco Incandescente 60W 240V	u	20	0.65	X	X	
V	Foco 220V/100W	u	200	6.45	X	X	
V	Ignitor	u	37	1.19	X	X	

4.6.3 REGISTROS DE PRODUCCIÓN

Útiles para proyectar cantidades de residuos relacionados con el nivel de producción. En un negocio con un nivel de producción variable, es muy útil este método. Por ejemplo, si determinamos que una libra de desecho es generada por cada tanto producido, podemos determinar la cantidad de residuos de plástico generados en un día, semana o año determinado mediante un examen a los registros de producción.

No se utilizaron para nuestro análisis porque en nuestro caso no existe una producción en línea definida y es muy difícil determinar a partir de los procesos existentes que se realizan, la proporción o índice de residuos generados.

4.6.4 REGISTROS DE RECOLECTORES O COMPRADORES

En el sitio analizado, los recolectores se denominan recicladores porque llevan materiales y los desvían del flujo de residuos, aunque no hemos considerado en esta tesis el análisis de los residuos que se están separando, actualmente para propósitos informativos se ha listado los materiales que se separan y se donan o se venden:

- Papel y Cartón, se separa y se dona.
- Aceite usado se vende.
- Chatarra y llantas usadas se venden.

4.6.5 SELECCIÓN DE RESIDUOS. *EN LA TOTALIDAD DE LA INSTALACIÓN.*

Esta es la selección que se realiza al total del flujo de residuos producido en una instalación y en nuestro caso es la realizada a toda la basura que el camión recolector recogió en un viaje por diferentes áreas o lugares de la obra. Los lugares de donde provienen los residuos a los cuales nos referimos, son los siguientes:

- ✓ Oficinas centrales.
- ✓ Planta de hormigón.
- ✓ Talleres Industriales.
- ✓ Bodega.
- ✓ Alojamientos.

A estos residuos también se los pesó y se realizó un estudio de frecuencias. Para evaluar estos residuos se empleó el método de cuarteo que se explica más adelante.

4.6.6 SELECCIÓN DE RESIDUOS. *EN UNA INSTALACIÓN ESPECÍFICA.*

Esta selección es la que se realiza a los residuos provenientes de lugares o áreas específicas de la obra, como carpintería y comedor. Para estimar los residuos que se originan de estos lugares, se utilizó el método de cuarteo, a la vez que se realizó el pesaje del carro recolector conteniendo residuos y



sin ellos, en una báscula construida para la toma de pesos en los carros cisternas.

Los lugares donde la disposición no incluye residuos provenientes de otras áreas, son los siguientes:

- ✓ Comedor.
- ✓ Carpintería.

El método de cuarteo se aplicó a los residuos provenientes del comedor y los que se recogen conjuntamente en áreas de trabajo y alojamientos. Este método es explicado a continuación.

4.6.7 MÉTODO DE CUARTEO

El Método de Cuarteo se utilizó para caracterizar los productos de los residuos con los siguientes objetivos:

- Determinar los componentes principales y subproductos del flujo de residuos.
- Determinar las cantidades de residuos que se generan de cada subproducto

Este método se aplicó a la selección de residuos en una instalación total e instalación específica.

Durante más de 30 días se monitoreó en el Botadero Municipal de Santa Elena la cantidad de basura que entraba de todas las áreas del Campamento exceptuando la Central de encofrados o carpintería.



El proceso tiene como referencias las Normas de Residuos Mexicanas aunque con variaciones y adaptaciones a nuestro caso (6):

1. Toda la basura que llegó de cada viaje al Botadero Municipal de Santa Elena, durante las semanas de muestreo, se vació sobre el terreno para proceder a mezclarla y separarla en cuatro partes iguales hasta que estas partes tengan un tamaño manejable. (50 kilos en algunas metodologías)

- 1.1. En nuestro caso la separación o cuarteo de la basura se realizó dos veces, obteniéndose un tamaño de muestra pequeño

2. Se colocó en una funda y se pesó la basura obtenida del cuarteo.

3. Se separaron y clasificaron todos los componentes que contenía la funda y luego se contabilizaron.

4. Se registraron los valores encontrados, los cuales no se pesaron por ser de muy poca representatividad, debido a una muestra inicial pequeña.

Los datos obtenidos del Método de cuarteo se presentan en el Apéndice C, las tablas con las cantidades de residuos medidas del total de residuos de la instalación y los resultados que se obtuvieron en cuanto a los tipos y cantidades de subproductos generados, son presentados a continuación.



Tabla 4.4
FORMATO DE PRESENTACIÓN DE DATOS
Método de cuarteo

1. Lugar de procedencia de los residuos.

* Peso de 1/16 de basura= 50 libras 22.73 Kg

A Dia	B Composición en 1/16	C Cantidad en 1/16	D Porcentaje %
13 de Noviembre	Funda de arroz/yerbita/cáscara de cebolla	1	2
	Funda de pan	1	2
	vasos Plásticos	20	31
	Frasco de mayonesa	3	5
	Tarrinas	10	15
	Papel higiénico	6	9
	Vasos Plásticos	5	8
	Cáscara de sandía	1	2
	Masa de harina	3	5
	melones	4	6
	Frasco de Salsa de tomate	6	9
	Piñas	3	5
	Yuca/maduro	1	2
	c&oars de Verde	1	2
		65	100

- A** Dia de realización del cuarteo.
- B** Materiales encontrados en la caracterización.
- C** Cantidad de cada uno de los materiales encontrados.
- D** Proporción de cada material en relación al total.

• Peso de 1/16 da basura que equivale a lo pesado y aforado en el lugar de muestreo.

Los datos obtenidos del Método de Cuarteo son presentados en el Apéndice C por su extensión.

Tabla 4.6
COMPOSICIÓN PREDOMINANTE DE MATERIALES

ORGÁNICOS	PAPEL Y CARTÓN	PLÁSTICOS	TEXTIL
<u>Cáscara de vegetal/fruta</u>	Papel picado en tiras	Vasos Plásticos	Trapos
Cáscara de piña	Papel higiénico	Tarrinas	Mascarillas
Cáscara de melón	Papel carbón	Fundas plásticas	Waipes
Cáscara de papa	Caja de palillos	Botellas plásticas	
Cáscara de piña	Pedazo de cartón	Cucharas plásticas	
Cáscara de sandfa			
Cáscara de verde			
<u>Vegetal/ Fruta/ otro</u>	MADERA	VIDRIO	HIERRO
Piñas	Palos	Frascos de ajf	Pedazo de fierro
Yuca/maduro		Frasco de mayonesa	Filtros
Coliflor entera		Frasco de Saka de tomate	Alambres
Sandfas			
Melón			
Tomate			
<u>Funda con orgánicos</u>			
Funda con limones			
Fundadepan			
Funda de cáscara de huevos		Residuos provenientes de comedor, del campamento y de frentes de obra; los cuales se recolectan juntos.	
Funda de masa de harina			
Masa de harina			



Tabla 4.5
MATERIALES GENERADOS EN EL CAMPAMENTO ATAHUALPA
DATOS OBTENIDOS DEL CUARTEO REALIZADO DURANTE 31 DIAS CONSECUTIVOS

		T/16	16avo	Total
LUGAR GENERACIÓN		Libras	kilos	kilos
1	campamento	8.8	4.0	64.00
2	com+varios	30.8	14.0	224.00
3	campamento	24	10.9	174.55
4	campamento	23	10.5	167.27
5	comedor	41	18.6	298.18
6	comedor	40	18.2	290.91
7	comedor	50	22.7	363.64
8	campamento	40	18.2	290.91
9	comedor	30	13.6	218.18
10	comedor	35	15.9	254.55
11	comedor	30	13.6	218.18
12	comedor	45	20.5	327.27
13	comedor	43	19.5	312.73
14	wmedor	40	18.2	290.91
15	com+varios	45	20.5	327.27
16	campamento	50	22.7	363.64
17	comedor	40	18.2	290.91
18	com+varios	49	22.3	356.36
19	com+varios	42	19.1	305.45
20	comedor	40	18.2	290.91
21	comedor	30	13.6	218.18
22	comedor	30	13.6	218.18
23	campamento	50	22.7	363.64
24	comedor	35	15.9	254.55
25	comedor	40	18.2	290.91
26	com+varios	50	22.7	363.64
27	com+varios	45	20.5	327.27
28	comedor	35	15.9	254.55
29	comedor	45	20.5	327.27
30	campamento	40	18.2	290.91
31	comedor	42	19.1	305.45
		1188.8	540.3	3429.1
		libras	kilos	kg/mes
			1080.5	8.64
				ton/año
				100,066.91
				kg/año
				103.7
				Ton/año

PROMEDIO DE RESIDUOS GENERADOS
KILOS GENERADOS POR AREAS en 31 días

lugar	kilos	# días	kgldias promedio	kgldia
Campamento	1714.91	<u>7</u>	244.99	245
Comedor	5025.45	<u>18</u>	279.19	279
Com + varios	1904.00	6	317.33	317



contenedor del carro recolector. Estas fueron tomadas en meses diferentes durante un periodo continuo de días.

En la tabla 4.7 el volumen total de residuos fue de aproximadamente 71.06 m³ de residuos, donde 29.48 provenían de comedor, 15.12 de carpintería y 26.46 de lugares varios. Lugares varios comprende los residuos provenientes de todas las demás áreas del campamento como bodega, talleres, alojamientos, oficinas y la obra civil.

La primera medición realizada durante 13 días, tabla 4.7, dio como resultando un promedio de 1.85 viajes por día al botadero. La segunda medición, tabla 4.8, en periodo igual de 13 días dio un promedio de 2.23 viajes por día al botadero. En las tablas se muestran datos como la fecha numero total de viajes y lugares a donde se realiza la recolección, también se puede apreciar las frecuencias realizadas al botadero.

En la tabla 4.9 se muestran los pesajes realizados al camión recolector en una báscula utilizada para pesar los carros cisternas que llegan con cemento a la obra.



Tabla 4.7
**DIAGNÓSTICO DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS
 EN CAMPAMENTO ATAHUALPA**

							CONTENEDORES				
Fecha	Día	Viajes	Lugares de Recolección	Comida	Carpintería	Varios					
21-Jul	Martes	3	comedor- varios- carpintería	x	x	x					
22-Jul	Miércoles	3	comedor- Varios	x		x					
23-Jul	Jueves	3	comedor- varios-carpintería	x	x	x					
24-Jul	Viernes	2	comedor-campamento	x							
27-Jul	Lunes	3	comedor-varios-carpintería	x	x	x					
28-Jul	Martes	3	comedor	x							
29-Jul	Miércoles	2	comedor-varios	x		x					
30-Jul	Jueves	2	comedor-carpintería	x	x						
31-Jul	Viernes	2	comedor-varios	x		x					
3-Ago	Lunes	2	comedor	x							
4-Ago	Martes	2	comedor	x							
5-Ago	Miércoles	2	comedor-Varios	x		x					
6-Ago	Jueves	2	comedor	x							
TOTAL	13	30	VIAJES	13	4	7					
13 DÍAS DE RECOLECCIÓN				Volumen de Basura m ³	29.48	15.12	26.46	71.06			
# Viajes l día = 24 / 13 = 1,85				% Volumen de Basura m ³	41.5	21.3	37.2	100			
Vol.efectivo contenedor 3.78 m ³				Volumen Total m ³	13.5						

M.D. VARGAS MORALES

Tabla 4.8
**DIAGNÓSTICO DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS
 EN CAMPAMENTO ATAHUALPA**

CONTENEDORES

Fecha	Día	Viajes	Lugares de Recolección	Comida	Carpintería	Varios	
7-Sep	Lunes	2	comedor- varios	x		x	
8-Sep	Martes	3	comedor- carpintería- varios	x	x	x	
9-Sep	Miércoles	3	comedor- varios-carpintería	x	x	x	
10-Sep	Jueves	2	comedor-varios	x		x	
11-Sep	Viernes	2	comedor-carpintería	x	x		
12-Sep	Sábado	2	carpintería-comedor	x	x		
14-Sep	Lunes	2	comedor-varios	x		x	
15-Sep	Martes	2	comedor-varios	x			
16-Sep	Miércoles	3	comedor-carpintería-varios	x	x	x	
17-Sep	Jueves	1	comedor	x			
18-Sep	Viernes	2	comedor-carpintería	x	x		
19-Sep	Sábado	1	Comedor	x			
20-Sep	Lunes	4	comedor-camp.-comedor/carpas-carpintería	2x	x	x	
21-Sep	Martes	2	comedor	x			
TOTAL	13	30		15	7	7	29
13 DÍAS DE RECOLECCIÓN			Volumen de Basura m ³	34.02	26.46	26.46	86.94
# Viajes/día = 29 / 13 = ' 2.23			% Volumen de Basura m ³	39.1	30.4	30.4	100
Vol. efectivo contenedor 3.78 m ³			Volumen Total m ³	103.86			

Tabla 4.9
PESAJE DE RESIDUOS EN CAMIÓN RECOLECTOR

LUGAR DE RECOLECCIÓN	PESO BRUTO Kg.	PESO NETO Kg.	PESO PROMEDIO Kg.	PESO DE CARRO Kg.
<i>Planta de tratamiento</i>	8980	810		8150 con tapa
<i>Planta de tratamiento</i>	8800	850		8030 vacío
<i>Planta de tratamiento</i>	8600	450	<u>636.67</u>	
Taller de carpintería	8800	450		
Taller de carpintería	8590	440	<u>445</u>	
<i>Premoldeados</i>	8540	390	<u>390</u>	
Campamento	8520	370	<u>370</u>	
<i>Comedor</i>	8490	340		
<i>Comedor</i>	8450	300		
<i>Comedor</i>	8390	240		
<i>Comedor</i>	8260	110	<u>247.5</u>	
Camp0	8200	50	<u>50</u>	

4.7 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LA OBRA.

Entre las propiedades físicas están:

Peso específico, contenido de humedad, tamaño de partícula, distribución del tamaño, capacidad de campo y porosidad de los residuos (4).

4.7.1 PESO ESPECÍFICO

El Peso específico está definido como el peso del material por unidad de volumen (kg/m^3 , lb/ft^3). Este valor puede ser peso suelto, no compactado y compactado. En nuestro caso los pesos específicos mostrados son los sueltos, tal como se encuentran en los contenedores.

4.7.2 CONTENIDO DE HUMEDAD

Existen dos métodos de medición “peso - húmedo” y “peso – seco”.

El contenido de humedad varía dependiendo de la composición de los desechos, la temporada del año, la humedad y condiciones climáticas, particularmente la presencia de lluvias.

El contenido de humedad del peso húmedo se calcula de la siguiente manera (4):

$$M = \frac{w - d}{w}$$

donde:

M: contenido de humedad porcentaje

w: peso inicial de la muestra según se entrega



d: peso de la muestra después de secarse a 105 grados centígrados.

En la tabla a continuación se presentan los valores de peso específico y contenido de humedad para los residuos sólidos encontrados en el Campamento Atahualpa.

4.7.3 TAMAÑO DE PARTÍCULA Y DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO

El tamaño y la distribución del tamaño de los componentes de los materiales en los residuos sólidos son importantes en la recuperación de materiales, especialmente cuando se utilizan mallas y separadores magnéticos.

El tamaño de un componente puede definirse mediante una de las siguientes mediciones (4):

$$Sc = l$$

$$Sc = (l+w) / 2$$

$$Sc = (l+w+h) / 3$$

$$Sc = (l*w) \exp (1/2)$$

$$Sc = (l*w*h) \exp (1/3)$$

donde:

Sc = tamaño del componente

l = largo

w = ancho

h = altura

4.8 PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.

Si los residuos se van a utilizar como combustible, las cuatro propiedades más importantes que necesitamos conocer son:

- 1 Análisis físico o Inmediato
- 2 Punto de Fusión de la Ceniza
- 3 Contenido Energético
- 4 Análisis Elemental o Último.

4.8.1 ANÁLISIS FÍSICO

Este análisis incluye los siguientes ensayos:

- Humedad.
- Materia volátil combustible.
- Carbono fijo.
- Ceniza

4.8.2 PUNTO DE FUSIÓN DE LA CENIZA

Se define como la temperatura a la cual la ceniza resultante formará un sólidos (clinker) por fusión y aglomeración. Las temperaturas típicas de formación de clinker van de 1100 a 1200C (4).

4.8.3 ANÁLISIS ÚLTIMO

Este análisis involucra la determinación de los porcentajes de Carbono (C.), Hidrógeno (H.), Nitrógeno (N.), Azufre (S.) y Cenizas. Los resultados de



este análisis son utilizados para caracterizar la composición química de la materia orgánica en los desechos sólidos municipales y para definir las mezclas apropiadas para lograr relaciones adecuadas de C/N para procesos de conversión biológica (4).

4.8.4 CONTENIDO ENERGÉTICO

El contenido de energía se puede determinar así:

- Utilizando un caldero a completa escala como calorímetro.
- Utilizando una bomba calorímetro de laboratorio.
- Utilizando cálculo si se conoce la composición elemental.

4.9 PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.

La característica biológica más importante es que todos los componentes orgánicos pueden ser convertidos biológicamente a gases y a sólidos orgánicos e inorgánicos relativamente inertes. Entre las propiedades biológicas más importantes están:

1. Biodegradabilidad
2. Producción de olores
3. Reproducción de moscas



4.9.1 BIODegradABILIDAD

El contenido de sólidos volátiles (SV) determinado a 550C se utiliza frecuentemente como medida de biodegradabilidad de la fracción orgánica de los Residuos Sólidos.

El contenido de sólidos volátiles es una medida inversamente proporcional a la biodegradabilidad. Alternativamente el contenido de lignina en el desecho puede ser usado para estimar la fracción biodegradable utilizando la relación (4):

$$BF = 0.83 - 0.028 LC$$

BF: Factor de Biodegradabilidad.

LC: Contenido de Lignina.

4.9.2 PRODUCCIÓN DE OLORES

Los olores desagradables se desarrollan cuando los desechos sólidos se almacenan por largos períodos de tiempo en un solo lugar que puede ser los puntos de colección, las estaciones de transferencia y los rellenos sanitarios. Estos olores son la descomposición anaeróbica de los componentes orgánicos putrescibles encontrados en los residuos. El desarrollo de las moscas es una consideración importante para tener en cuenta en el almacenamiento de los desechos. Estas mosca desarrollan en menos de dos semanas después que los huevos son puestos.



COMPONENTE	Sólidos Volátiles (SV), % de los Sólidos Totales (ST)	Contenido de lignina (LC), % de SV.	Fracción Biodegradable (BF)
Residuos de Comida	7 – 15	0.4	0.82
Papel: Imprenta	94	21.9	0.22
Papel de oficina	96.4	0.4	0.82
Cartón	94	12.9	0.47
Desechos de jardín.	50-90	4.1	0.72

Fuente: Tchobanoglous – Vigil

Tabla 4.10

PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

CAPÍTULO 5

SEPARACIÓN Y ALMACENAMIENTO

EN LA FUENTE



5 SEPARACIÓN Y ALMACENAMIENTO EN LA FUENTE/ ORIGEN.

5.1 INTRODUCCIÓN

El reciclaje envuelve la separación y recolección de materiales de desecho, y la preparación de estos materiales para reuso, reprocesamiento y remanufactura. El reciclaje es un factor importante, que ayuda a reducir la demanda sobre recursos y la cantidad de residuos requeridos para disponer en los rellenos (4). Sólo cuando ya se ha hecho todo lo posible para evitar desperdicios, entonces se recicla. Es la segunda alternativa para el manejo de los residuos, luego de la reducción en el origen y junto con el reuso es la mejor alternativa, en el caso de que los desechos, que no pueden disminuirse. Los residuos más apropiados para reciclar, dependen de las oportunidades del mercado existentes, para el aprovechamiento de materiales.

5.2 VENTAJAS DE UN PROGRAMA DE RECICLAJE EN UN ÁREA COMERCIAL.

- Los materiales reciclables comerciales son fáciles de identificar y separar del flujo de residuos comercial. El flujo de residuos comerciales está formado por una gran fracción de materiales reciclables, como por ejemplo, papel, cartón ondulado y madera.



- Debido a que se están incrementando los costes de evacuación y recolección, el reciclaje comercial es una decisión rentable desde un punto de vista empresarial.
- El reciclaje comercial ayudará a los municipios a reducir el flujo global de los residuos comerciales que precisen evacuación.

5.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES QUE SE VAN A RECICLAR

Los materiales que se reciclarán dependerán de los mercados disponibles. La mayoría de las grandes comunidades tienen mercados desarrollados para los reciclables de papel, metal y vidrio principalmente. En nuestro medio es más difícil actualmente encontrar mercados para todos los residuos, la recolección de un material, sin un mercado asegurado, puede ocasionar gastos inesperados de almacenamiento y evacuación. Para evitar esto hay que tener la información correcta sobre los materiales del flujo de residuos que se separarán.

Entre los materiales que pueden reciclarse, se identificaron según el estudio de caracterización realizado, los siguientes:

1. Papel
2. Cartón
3. Plásticos
4. Metales



5. Madera
6. Concreto
7. Vidrio
8. Aceites
9. Caucho

Pero estos materiales no son todos factibles de reciclar. Según los mercados existentes, podemos determinar si un material es reciclable o no.

5.4 MERCADOS PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS

En el Ecuador el mercado para los reciclables está muy limitado debido a que no existen plantas o lugares de tratamiento o recuperación de variada cantidad de materiales. Es necesario realizar una investigación de mercado para conocer las posibilidades para los reciclables, y así poder iniciar la separación de los materiales. En Guayaquil hemos identificado varias empresas recicladoras y lugares donde se aprovecha determinados residuos como materia prima directamente. Los materiales que tienen mercado son: el papel, el cartón, los metales y derivados: aluminio, hierro, etc., algunos plásticos y el vidrio principalmente.

Los lugares que se identificaron son:



Tabla 5.1

MERCADOS PARA LOS MATERIALES RECICLABLES

COMPAÑÍA	DIRECCIÓN	MATERIALES
Reipa CIA. LTDA	<i>Ave. Juan Tanca Marengo Km. 0.5 Teléfono: 283511</i>	Papel Cartón Metales
Proceplas S.A <i>Procesadora de plásticos S.A Pertenece a Reipa</i>	<i>Km. 9 ½ vía Daule Teléfono: 259183</i>	Compran plástico post-consumer Polietileno de baja extrusión Polietileno de soplado Polietileno de inyección Jabas y gavetas Polipropileno de inyección PVC de botellas de agua PET de botellas
Recimetal S.A <i>Recuperadora de metales S.A Pertenece a Reipa</i>	<i>Km. 9 ½ vía Daule Teléfono : 259183</i>	Metales varios Aluminio de envases Aluminio de ollas y Grueso Aluminio en perfiles Plomo Acero Bronce Cobre Radiadores
La Reforma	<i>Km. 5 Vía Daule</i>	Papel Cartón
Ecuarecicla <i>Ecuatoriana de Reciclaje</i>	<i>Mapasingue calle #544</i>	Papel Cartón Plásticos
Andec	<i>Al sur de Guayaquil.</i>	Chatarra Metales diversos Varillas de construcción



5.4.1 ORGANIZACIONES QUE MANTIENEN PROGRAMAS DE RECICLAJE PARA BENEFICIO SOCIAL

TEA

Fundación por el Trato Ético de los Animales

Tel: 09-770709

FUNDACIÓN SU CAMBIO POR EL CAMBIO
A través de Supermaxi

Fundación Natura

Km. 2 Avenida Carlos Julio Arosemena.

5.4.2 CUESTIONARIO PARA RECICLADORES

Este cuestionario presenta las preguntas más apropiadas y útiles que se pueden realizar a las empresas que recogen material. Pueden ser realizadas personalmente o por teléfono (5). Las respuestas nos darán una idea más clara de los objetivos de la empresa y ayudarán a realizar mejor la separación de los materiales. No se realizó algún estudio estadístico de las respuestas dadas por las recicladoras.

Preguntas (5):

- 1. Qué materiales ustedes aceptan?*
- 2. Tomarán una variedad de materiales? Cuales son sus definiciones para tipos de materiales?*
- 3. Nos ayudarán con nuestra auditoría /inspección?*
- 4. Tienen un servicio de recolección para estos materiales y servicio en esta área?*



5. *Cuál es la cantidad mínima para el programa de recolección?*
6. *Pagan ustedes por los materiales? Con qué frecuencia pagan? Tienen alguna referencia de sus clientes? (Si el reciclador está diciendo que pagará un precio muy bueno para ser cierto, preguntarse, ellos pagan?)*
7. *Ustedes proveen los recipientes? Ustedes cobran por los containers? Cuanto? Si hay una gran cantidad de material, van a suplir de equipo como una embaladora?*
8. *Tienen personal que ayudará a establecer un programa? Voluntarios que expliquen el programa?*
9. *Mandaran reportes? Con qué frecuencia?*

5.5 TIPOS DE CONTENEDORES PARA ALMACENAR LOS RECICLABLES EN ORIGEN

La separación en origen depende mucho más del generador y de una correcta separación; exige modificaciones en las prácticas comunes de recolección, a diferencia de la recolección y procesamiento de los residuos mezclados, que no exigen esfuerzo del generador (4).

Los contenedores que se emplean para los reciclables son de cuatro tipos:

1. Contenedores sencillos –únicos. Para hacer dos separaciones.
2. Sistemas de multicontenedores apilables. Para múltiples separaciones. Periódicos, latas y botellas/ botes separados en origen.



3. Contenedores con ruedas. Reciclables juntos.
4. Bolsas para la recolección de reciclables. Envases de comida y bebida separados en origen. Todos los reciclables juntos.

En el Campamento Atahualpa, los contenedores que actualmente se utilizan para separar materiales dentro de las oficinas son cajas de cartón, donde se ubica el papel, los demás contenedores son tachos plásticos redondos y tachos metálicos con capacidad de 55 galones, donde se depositan los desechos de todas las demás áreas de la obra y campamento.

5.5.1 MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO DEL RECICLAJE

No siempre es posible recolectar absolutamente todos los reciclables existentes en el flujo de residuos. Por ejemplo: papel y periódico que cuando está en contacto o contaminado con residuos putrescibles, vidrio roto en pedazos muy pequeños, etc.

Por lo tanto, cuando el objetivo es minimizar el peso de los residuos (incluyendo rechazos de procesamiento y cenizas de incineradora) enviados al vertedero mediante una combinación de estrategias (reducción en origen, reciclaje, incineración) la medición del rendimiento será la tasa de generación neta.

La Tasa de desviación neta, representa el porcentaje en peso de los residuos totales que no son vertidos (o incinerados).

5.5.2 JERARQUÍA DE ESFUERZO DE SEPARACIÓN EN ORIGEN

Según se realice mayores o menores esfuerzos, tenemos una jerarquía en la separación en origen. Estas van desde las que exigen el mínimo esfuerzo hasta las que exigen el máximo esfuerzo para el generador (7).

1. Sin separación en origen: recolección/ procesamiento de residuos mezclados.
2. Una separación: recolección en acera.
3. Múltiples separaciones: recolección en acera.
4. Una separación: recolección selectiva o recompra.
5. Múltiples separaciones: recolección selectiva o recompra.

5.5.3 SEPARACIÓN EN ORIGEN

La separación en origen es la actividad que se ha comenzado a realizar en el Campamento Atahualpa. Los generadores separan sus residuos en tan sólo dos categorías: reciclables y no reciclables. Los materiales reciclables son el papel y cartón, y los no reciclables son todo el resto. Este es el método más sencillo para el generador de residuos, el usuario (7).



SEPARACIÓN ACTUAL REALIZADA EN CAMPAMENTO.

CONTENEDOR 1	CONTENEDOR 2
BASURAS	FIBRAS Papel Periódicos Cartón ondulado

SEPARACIONES FACTIBLES DE HACERSE EN ATAHUALPA.

CONTENEDOR 1	CONTENEDOR 2	CONTENEDOR 3
BASURAS	FIBRAS Periódicos Cartón ondulado	ENVASES Envases de comidas/ bebidas (vidrio, metal, plástico)

CONTENEDOR 1	CONTENEDOR 2	CONTENEDOR 3	CONTENEDOR 4	CONTENEDOR 5
BASURAS	FIBRAS Periódicos Cartón ondulado	VIDRIO Botellas, botes	METAL Latas	PLÁSTICO PET PE-HD

CONTENEDOR 1	CONTENEDOR 2	CONTENEDOR 3	CONTENEDOR 4	CONTENEDOR 5
BASURAS	VIDRIO MARRÓN Botellas, botes	VIDRIO VERDE Botellas, Botes	VIDRIO BLANCO Botellas, botes	PAPEL DE PERIÓDICO

CONTENEDOR 6	CONTENEDOR 7	CONTENEDOR 8	CONTENEDOR 9
FERREO Latas de acero y bimetálicas	ALUMINIO Latas	PLÁSTICO PET PE-HD	CARTÓN ONDULADO



Una regla general es que cuando menos separación se exija a los participantes, entonces mayores serán las probabilidades de que participen . En el Campamento Atahualpa, los materiales que pueden ser considerados para separarse se describen a continuación.

5.5.4 PAPEL

Es el único material que se recicla en las oficinas del Campamento Atahualpa. Existen tres sistemas para separar el papel de oficina; en la actualidad.

1. El sistema de sobremesa, con contenedores de recolección interna.
2. El sistema de contenedores para una recolección centralizada.
3. El sistema de recolección externa alimentado por los contenedores internos.

De estos, el sistema utilizado es el de recolección externa, alimentado por contenedores internos. Los encargados de la limpieza recogen el papel separado de las oficinas y lo depositan en un recipiente externo, localizado en el perímetro del área del Campamento.

Papel de informática: Es el más valioso de los papeles de oficina. Pueden tener barras coloreadas y puede ser del tipo impacto o no impacto (tipo láser). Se debe mantener separado del resto de papeles de oficina para evitar que se contamine con otros materiales. Se recoge en cantidad considerable por utilizarse en algunas áreas de trabajo.



Los lugares principales donde se genera el papel son:

- Oficinas de contabilidad
- Oficina de costos
- Informática
- Otras

5.5.5 PAPEL PERIÓDICO

En el Campamento Atahualpa la recuperación de papel periódico no es significativa.

Sin embargo, en el presente estudio se describen cuatro calidades para el papel periódico reciclado. Los grados se basan en su calidad y en su potencial para un uso final. Los cuatro grados desde la calidad menor a la mayor, son:

- Periódico
- Periódico especial
- Periódico especial de calidad destintamiento
- Periódico de sobretirada.

Las tres principales formas de generación de papel periódico en el

Campamento Atahualpa serían:

- Oficinas.
- Otros lugares de trabajo.
- Alojamientos.



5.5.6 CARTÓN ONDULADO

El cartón en el Campamento Atahualpa es generado en grandes cantidades y proviene en su mayoría del área de bodega central.

Los contaminantes incluyen:

- Cartones satinados o ceras.
- Cualquier cartón que haya contenido un producto agrícola, carne o aves.
- Cualquier comida, envasada o no envasada.
- Cualquier plástico o espuma plástica (styrofoam).
- Carteles y otros materiales publicitarios.
- Suciedad, barreduras del suelo, madera, metal, residuos orgánicos.
- Cualquier tipo de cinta excepto la cinta de papel kraft con adhesivo soluble en agua.

5.5.7 PLÁSTICOS

No se separa actualmente el plástico. Podría más adelante identificarse la necesidad de la separación de algunos tipos de plásticos.

El Instituto para las Botellas de Plástico de la Sociedad de la industria del Plástico, Inc. (SPI), ha desarrollado un sistema de codificación voluntario que identifica a las botellas y a otros envases según el tipo de material con el que están fabricados, ayudando así a los recicladores a seleccionar los envases de plástico según su composición de resina. El sistema de codificación fue creado para proporcionar un sistema nacional uniforme



que dé respuesta a las necesidades de la industria del reciclaje, definidas por los propios recicladores y recolectores.

El código consiste en una marca triangular con un número en el centro y letras debajo.

1 = PET (polietileno tereftalato).

2 = PE - HD (polietileno de alta densidad).

3 = PVC (policloruro de vinilo).

4 = PE – LD (polietileno de baja densidad)

5 = PP (polipropileno).

6 = PS (poliestireno).

7 = Otros.

Esta tabla nos muestra los tipos de plástico y su uso más común.

Tabla 5.2

TIPOS DE PLÁSTICOS Y USOS MÁS COMUNES.

PVC	Botellas de agua
PET claro	Refrescos, vinos, licores
PET verde	Refrescos, vinos, licores
PE-HD transparente	Leche, agua, zumos
Pigmentado	Detergente, fármacos

Fuente: Tchobanoglous – Vigil



5.5.8 EJEMPLO DE MATERIALES RECICLABLES:

PLASTICO

En particular, el plástico tiene muchas clasificaciones y presentaciones de diferentes tipos, por lo que es necesario estar muy bien informado para realizar efectivamente el proceso de su separación y reciclaje. La mayoría de las botellas de plástico, está marcado con símbolos, números o códigos que indican la clasificación a la que pertenece, esto puede ayudar a identificarlos, pero si no es así, los párrafo siguientes ayudan a la orientación con ejemplos:

*PLASTICO TEREFTALATO DE POLIETILENO. SIMBOLO PET O PETE
CON EL NUMERO 1.*

Ejemplos:

Botes de agua purificada (Bonaqua, etc.)

Botes de Aceite para cocinar. (Mazola, Dorela, 1-2-3, Corona, Sarita, etc.)

Botellas de refresco no retornables (*Pepsi, Barrilitos, Gatorade, del Valle, etc.)

Botellas de refresco retornables (*Coca-Cola, Pepsi, etc.)

Botellas de Limpiadores. (*Pinol, Scotch Brite, Pino Patito, Fabuloso, Flash, etc.)



*PLASTICO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD. SIMBOLO PEAD
O HDPE CON EL NUMERO 2.*

Ejemplos:

- Botes de leche de 1 galón, 1/2 galón. (*Lala, Lagrange, Las Puentes, Green Hill, etc.)
- Botes de 1 galón de jugos de naranja, manzana, uva, etc.(cana, Disfruta, etc.)
- Botes de Yoghurt de 1/2 galón (Alpina, Tony, etc.)
- Botes de jugos pequeños (etc.)
- Contenedores de detergentes, blanqueadores y limpiadores de ropa. (Ajax Cloro, Pato, Palmolive, Suavitel, Woolite, etc.)
- Botes de limpiadores (* Maestro Limpio, Ajax, Acido Muriático, Brasso, Easy Off, Pato Purific, Windex, Harpic, etc.)
- Botes de Shampoo y Enjuagues para el cabello. (Plus, Salon Selectives, White Rain, etc.)

No se debe confundir ni mezclar el plástico que tenga las características antes mencionadas con los siguientes materiales porque contaminarían el producto a ser materiales no reciclables:

- Bolsas de frituras, papitas y botanas
- Cualquier bolsa de plástico transparente o de color.
- Plumas, discos, juguetes u otros artículos que contengan objetos o metales adicionales que no sean de plástico.



ALUMINIO

- Latas de jugos (* Del Valle, V8, etc.)
- Latas de refrescos (* Pepsi, Coca Cola, etc.)
- Latas de cervezas (* Club, Budweiser, Tecate, XX lager, Carta Blanca, Modelo, Budweiser, etc.)
- Latas de contenedores de diversas bebidas. (* Gatorade, Kalahua, Presidencola, etc.)

No hay que confundir estas latas de aluminio con las de lámina de conservas o de alimentos (chiles, sopas, frijoles, etc.) ni mezclar con papel aluminio, alambres, o cualquier otro objeto de metal.

Como condición de reciclaje las latas de aluminio deben aplastarse, pues ocupan menos espacio y se facilita su manejo y peso, deberán ir en bolsas grandes de plástico, cajas o redes.

PAPEL

- | | |
|-----------------------------------|----------------|
| - Periódico | - Libretas |
| - Libretas | - Invitaciones |
| - Revistas | - Folletos |
| - Hojas | - Cajas |
| - Envolturas de papel y/o cartón. | - Sobres |

Los siguientes materiales son contaminantes del Papel porque estos no se pueden reciclar y son fáciles de confundir. Por ejemplo:

- Carbón o autocopiante



3. Se reduce la Contaminación. Al crear nuevos productos (papel, aluminio, plástico, vidrio) a partir de materiales reciclados se reduce la contaminación del aire y agua. Reciclar reduce también emisiones a la atmósfera de bióxido de carbono, el cual contribuye de una manera determinante en el efecto invernadero, el peligro global, la lluvia ácida, la ruptura de la capa de ozono, la extinción de especies y la deforestación.



- Plastificado
- Aluminio
- Celofán
- Fax
- Fotografías
- Encerado (envases de tetra pack de leche, jugos, etc.)
- Con adhesivos (post it, calcomanías)
- Doméstico usado (servilletas, higiénico, vasos, etc.).
- Folletería que contenga cualquier material adicional que no sea papel y/o cartón.

5.5.9 ALGUNAS RAZONES PARA RECICLAR.

1. Se ahorra espacio. Los rellenos sanitarios son la forma más común y rápida para deshacernos de la basura. Sin embargo, estos suelen llenarse rápidamente debido a la alta generación de la misma; encontrar nuevos lugares para rellenos sanitarios resulta cada vez más difícil. Por otra parte, la incineración, a pesar de ser una alternativa popular, produce residuos altamente tóxicos que necesitan especial manejo.
2. Se ahorran Recursos Naturales. Como agua, energía, petróleo. En el proceso de reciclado, por lo general se utilizan menos de estos recursos, para la fabricación de materiales que cuando se parte de materia prima virgen.

CAPÍTULO 6

RECOLECCIÓN, PROCESAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN DE LOS RESIDUOS



6 RECOLECCIÓN, PROCESAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN DE LOS RESIDUOS.

6.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de este capítulo es analizar el proceso de recolección, procesamiento y transformación en el origen, de los Residuos Sólidos antes de una disposición final.

La recolección incluye: *la toma o recolección de los residuos, y el transporte hasta el lugar donde los vehículos se vacían (4).*

6.2 FORMAS DE RECOLECCIÓN

En el Campamento Atahualpa la recolección de los residuos reciclables y no reciclables, desde el lugar de generación, es realizada manualmente mediante recipientes plásticos transportados por los encargados del servicio de limpieza. Las áreas del campamento donde se realiza el servicio de recolección manual son:

1. Oficinas centrales y de campo.
2. Alojamientos.
3. Salas de recreación.

El proceso se denomina “sacar- devuelve” (4) porque los recipientes con los residuos reciclables y no reciclables son sacados de las oficinas y devueltos al mismo lugar luego del vaciado de los mismos en otro recipiente.



En las **demás** áreas **como** comedor, **frentes** de obra y obras civiles la recolección se realiza mediante el intercambio de contenedores.

6.3 SISTEMAS DE RECOLECCIÓN

El sistema de recolección **según** el modo de **operación** del **camión** recolector, se clasifica en dos **categorías**: Sistema de contenedor y Sistema de **caja fija**. (4). En el **primero** el contenedor **permanece** fijo **para** almacenamiento de **los** residuos y **después** que se vacía es devuelto al mismo lugar. En el sistema de **caja fija** **los** contenedores que se utilizan **para** el almacenamiento recorren **los** puntos de **generación** y al llenarse vacían **el** contenido **para** empezar otro recorrido. En nuestro **caso**, el sistema actual utilizado puede decirse que es una **combinación** mixta de **los** dos sistemas de recolección, ya que el vehículo unas **veces** **toma**, vacía el contenedor y lo devuelve al lugar de origen y otras **veces** **recoge** residuos con el contenedor que lleva, lo llena y luego lo vacía.

6.4 SISTEMA DE CONTENEDOR

Tienen la ventaja de utilizar un conductor **para** cumplir el ciclo de la recolección. Hay tres **clases principales** de sistemas de contenedor (4):

Cannon eleva contenedor,

Contenedor remolque,

Camión volquete.



El tipo de contenedor que se **utiliza** en el Campamento Atahualpa es el Sistema de **Camión** eleva contenedor. Este **camión** tiene las siguientes características:

Se **adapta** a la recolección en un área **pequeña** y **recoge pocos** puntos de **toma** donde se genera una cantidad considerable de residuos. Por eso es **difícil** justificar la compra de un **equipo** de recolección **moderno** y **más eficaz**.

Se aplica en la recolección de artículos voluminosos y residuos industriales **como** chatarra y escombros de **construcción**, ya que no se **adapta para** la recolección con vehículos de compactación.

Sistema de contenedor – remolque. Se utiliza **para recoger** elementos pesados, arena, **madera**, residuos de **construcción**.

Sistema de contenedor camión volquete. Son idóneos **para** la recolección de **todo** tipo de residuos **sólidos** y desechos en localizaciones donde las tasas de **generación** justifiquen el uso de grandes contenedores.

6.4.1 SISTEMA DE CAJA FIJA

En el sistema de **caja fija** el **camión** recolector **está equipado** con un mecanismo fijo **para** la recolección, incluso puede tener un mecanismo **para** la compactación de residuos que **resulta económico**.

El sistema varía **según** la cantidad, el tipo de residuos y el número de puntos de **generación**. Hay dos tipos:



- Sistemas de **vehículos** de recolección cargados **mecánicamente**
- Sistemas de vehículos de recolección cargados manualmente.

Este sistema es utilizado **para** la recolección de residuos en **los frentes** de obra y **sectores** de oficinas, alojamientos, talleres y bodega.

6.5 MEDIOS UTILIZADOS PARA LA RECOLECCIÓN

Los medios se refieren a **los** mecanismos **empleados**. En **el** Campamento Atahualpa se utilizan medios manuales y **mecánicos para recoger los** residuos. Los medios manuales incluyen la **disposición** de residuos desde tanques o **recipientes** al contenedor, y esta actividad es realizada directamente por el operador. Los medios **mecánicos** se refiere a la recolección vía contenedor que es realizada directamente por el **carro** recolector.

6.5.1 EQUIPO DE OPERADORES

El **equipo** de operadores **está formado** por dos personas (operarios), el conductor **del camión**, que ayuda **también** en **el proceso** de recolección si es necesario y el encargado de la recolección de **los** residuos.

6.6 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN

Las necesidades de vehículos de **mano** de obra en **los** diversos sistemas de recolección, la determinamos por el tiempo unitario necesario **para** llevar a **cabo cada tarea**.

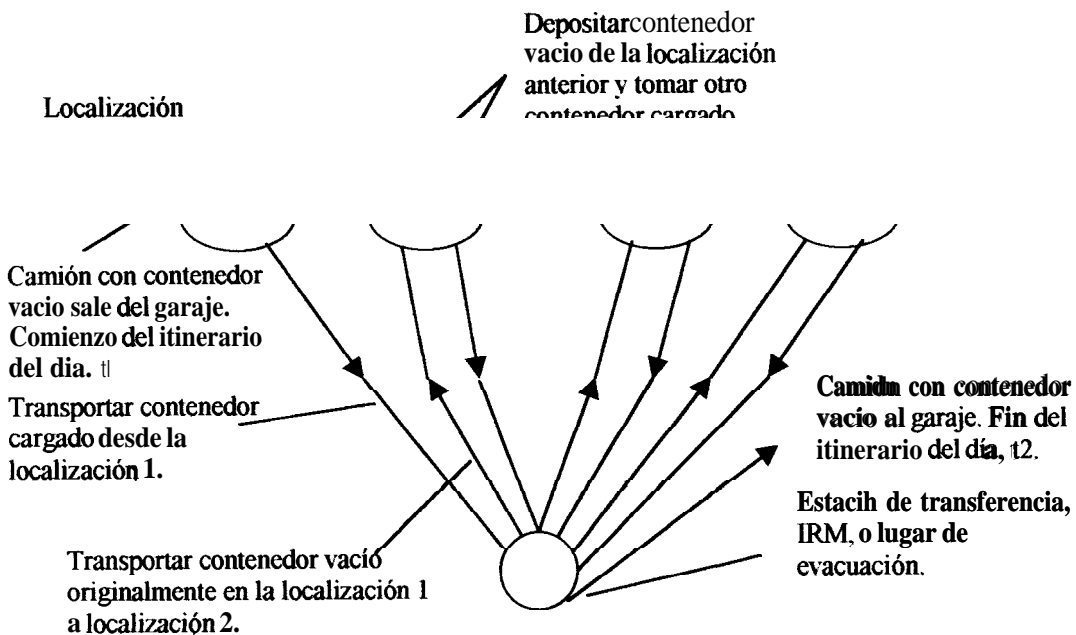
Separaremos las actividades de recolección en operaciones unitarias **para**:

1. Desarrollar datos de **diseño** y relaciones que son universalmente **válidas**.
2. Evaluar las variables asociadas con las actividades de recolección y las variables relacionadas o controladas por la **localización** individual.

En el campamento Atahualpa las **tareas** operacionales de **los** sistemas de contenedor se realizan mediante la forma de intercambio de contenedor y mediante el sistema de **caja** fija.

Las actividades implicadas en la recolección de residuos se concretan en cuatro operaciones unitarias:

- 1) **Toma**, 2) Transporte, 3) Lugar de descarga y 4) Tiempo muerto.



Fuente: (Tchobanoglous – Iñgil)

FORMA DE INTERCAMBIO DE CONTENEDOR

Esquema 6.1



Como parte de nuestro estudio se determinaron **los** tiempos empleados en **los** dos sistemas de recolección, **los** resultados obtenidos se muestran en tablas a **continuación**.

Estos datos sirvieron posteriormente **para** establecer una **comparación** entre **los** dos sistemas de recolección.

Los tiempos existentes se explican a **continuación** (4):

6.6.1 TIEMPO DE TOMA

Comprende **para los** sistemas de contenedores operados en la forma de intercambio de contenedor, **el** tiempo necesario **para recoger** un contenedor cargado y **para** depositar el contenedor en la siguiente **localización después** de haber vaciado su contenido. **Para los** sistemas de **caja fija**, **el** tiempo de **toma (TTscf)** se refiere al tiempo transcurrido cargando el vehículo de recolección, comenzando por la **parada del** vehículo antes de cargar el contenido **del** primer contenedor y terminando cuando se ha cargado el contenido **del último** contenedor que hay que vaciar. Las **tareas** específicas en las operaciones de **toma dependen tanto del** tipo de vehículo de recolección utilizado **como de los métodos** de recolección utilizados.

6.6.2 TIEMPO DE TRANSPORTE

Para los sistemas de contenedor es el tiempo necesario **para** llegar al lugar donde se va a vaciar el contenido **del** contenedor (en este **caso** botadero a



cielo abierto). Comenzando cuando se **carga** en el **camión** un contenedor con residuos y continuando con el tiempo transcurrido después de dejar el lugar de descarga hasta que el **camión** llega al lugar donde se va a volver a depositar el contenedor vacío. El tiempo de transporte no **incluye** el tiempo transcurrido en la descarga **del** contenedor.

Para los sistemas de **caja fija** el tiempo se refiere al requerido hasta llegar al lugar donde se va a vaciar el contenido **del** vehículo de recolección.

6.6.3 LUGAR DE DESCARGA

La unidad de **operación** lugar de descarga (**ld**) se refiere al tiempo requerido en el lugar donde se descarga el contenido **del** contenedor (sistema de contenedor) o el vehículo de recolección (sistema de **caja fija**). **Incluye** el tiempo transcurrido descargando **los** residuos **del** contenedor o vehículo de recolección.

6.6.4 TIEMPO MUERTO

(**TM**) **incluye todo** el tiempo transcurrido en actividades que no son productivas desde el **punto** de vista de la **operación** global de recolección. **Muchas** de las actividades asociadas al tiempo muerto a **veces** son necesarias o inherentes a la **operación**.

- Tiempo transcurrido registrando y saliendo por la **mañana** y al final **del** día: 1 hora.



- Problemas de **tráfico**.
- En arreglar equipo, mantenimiento, etc.
- Innecesario: tiempo **para** comer, **tomar** cafe sin autorizacion, hablando con amigos, etc.

Los tiempos se obtuvieron desde y hacia **los** siguientes **lugares**: desde la **salida del** campamento hacia la carretera, de la carretera a la entrada al botadero, **del** botadero hasta el **lugar** de **disposición** final, el tiempo empleado en la descarga **del** contenedor y **los** tiempos de **salida**, con **los** mismos puntos de referencia.

Estos tiempos se tomaron **para cargas** de procedencia diferentes.



Tabla 6.1
TIEMPOS BOTADERO DE BASURA

	Lugar A	Lugar B	Hora inicial	Hora Final	Tiempo Total	Tiempo Total
COMEDOR Y VARIOS	Garita	Carretera	08:17	08:17	0:00:30	30 seg
	Carretera	Entrada a botadero	08:17	08:38	0:20:30	20 min 30 seg
	Entrada a botadero	Botadero/disposición	08:38	08:44	0:06:00	6 min
	Botadero/disposición	Subida de tachó	08:44	08:46	0:02:00	2 min
	Subida de tachó	Salida	08:46	08:47	0:01:00	1 min
	Salida	Salida	08:47	08:47	0:00:00	-
	<i>Cuartero/duración</i>		<i>01:12</i>			
CARPINTERIA	Llegada con aserrín	Descargando	09:59	10:01	0:02:00	2 min
	Descargando	Salida	10:01	10:04	0:03:00	3 min
	Salida	Puerta	10:04	10:04:45	0:00:45	45 seg
	Puerta	Carretera	10:04:45	10:07:05	0:02:20	2 min 20 seg
	Carretera	Atahualpa(entrada)	10:07:05	10:20	0:12:55	12 min 55 seg
	Atahualpa(entrada)	Garita	10:20	10:20:20	0:00:20	20 seg
	Garita	Garita	10:20:20	10:20:20	0:00:00	

	Lugar A	Lugar B	Hora inicial	Hora Final	Tiempo Total	Tiempo Total
CAMPAMENTO ATAHUALPA	Garita	Carretera	08:03:05	08:04:35	0:01:30	1 min 30 seg
	Carretera	Entrada a botadem	08:04:35	08:24:15	0:19:40	19 min 40 seg
	Entrada a botadem	Puerta de botadero	08:24:15	08:25:17	0:01:02	1 min 2 seg
	Puerta de botadero	Botadero/disposición	08:25:17	08:26:20	0:01:03	1 min 3 seg
	Botadero/disposición	Subii de tachó	08:26:20	08:26:55	0:00:35	35 seg
	Subida de tachó	Espera	08:26:55	08:34:45	0:07:50	7 min 50 seg
	Espera	Carretera	08:34:45	08:35:48	0:01:03	1 min 3 seg
	Carretera	campamento	08:35:48	08:49:20	0:13:32	13 min 32 se9
CARPINTERIA	Llegada con aserrín	Descargando	09:59	10:02	0:03:00	3 min
	Descargando	Salida	10:02	10:03	0:01:30	1 min 30 seg
	Salida	Puerta	10:03	10:04:45	0:01:15	1 min 15 seg
	Puerta	Carretera	10:04:45	10:07:25	0:02:40	2 min 40 seg
	Carretera	Atahualpa(entrada)	10:07:25	10:22	0:14:35	14 min 35 seg
	Atahualpa(entrada)	Garita	10:22	10:22:50	0:00:50	50 seg
	Garita	Garita	10:22:50	10:22:50	0:00:00	

	Lugar A	Lugar B	Hora iniciil	Hora Final	Tiempo Total	Tiempo Total
	Garita	Carretera	05:08	05:09	00:01	1 min
	Carretera	Entrada a botadero	0509	05:26	00:17	17 min
	Entrada a botadero	Botadero	05:26	05:28	00:02	2 min
	Botadero	Disposición	05:28	05:32	00:04	4 min
	Disposición	Salida	05:32	05:35	00:03	3 min
	Salida		05:35	05:35	00:00	



6.7 COMPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE CONTENEDOR Y

CAJA FIJA

6.7.1 SISTEMAS DE CONTENEDOR

En este sistema el tiempo requerido por viaje, que **corresponde** al tiempo requerido por contenedor, es igual a la sumatoria de los tiempos de **toma**, descarga y transporte.

$$Tsc = (TTsc + Ld + tr) \quad (4)$$

donde:

Tsc = Tiempo por viaje **para** sistema de contenedor, **h/viaje**.

$TTsc$ = Tiempo de **toma** por viaje **para** sistema de contenedor, **h/viaje**

Ld = Tiempo de lugar de descarga por viaje, **h/viaje**.

Tr = Tiempo de transporte por viaje, **h/viaje**

Y los datos obtenidos luego de las **mediciones** efectuadas en la obra **fueron**:

$$Ld = 8 \text{ min.}$$

$$TTsc = 5 \text{ min.}$$

$$Tr = 20 \text{ min.}$$

$$Tsc = 20 + 8 + 5$$

$$\underline{Tsc = 33 \text{ min}}$$

El tiempo de transporte **dependerá** de la distancia y velocidad. El tiempo de transporte se puede aproximar mediante la siguiente **expresión**:



$$T r = a + b x$$

El numero de viajes que se pueden **hacer** por **vehículo/día** con un sistema de contenedor, teniendo en cuenta el factor tiempo muerto TM , se puede determinar mediante la **ecuación**:

$$Nd = [H (1-TM) - (t1 - t2)] / Tsc \quad (4)$$

Donde:

Nd = El numero de viajes por dia a determinarse.

H = 9 horas = jornada de trabajo en la obra

TM = 0.15 h = Factor tiempo muerto

De las mediciones efectuadas se obtuvo:

$-t1$ = Tiempo garaje al primer contenedor = 3 minutos

$t2$ = Último contenedor a garaje = 3 minutos

Tsc = Duración de tiempo por viaje = **1.5 hora/viaje**

Por lo **tanto**:

$$Nd = [9 \text{ h/día} (1- 0.15) - (3/60 \text{ h} - 4/60 \text{ h})] / 1.5$$

$$\underline{Nd = 5.1 \text{ viajes/ dia}}$$

A **continuación** realizaremos la **comparación** entre el sistema de contenedor y el de **caja fija** (4).

1. - Datos para Sistema de Contenedor y de Caja fija.

a. Cantidad de residuos **sólidos**:

b. **Tamaño del** contenedor:



- c. Factor de **utilización del** contenedor:
- d. Tiempo de **toma del** contenedor:
- e. Tiempo de descarga **del** contenedor:
- f. Constantes de tiempo de transporte
- g. Tiempo en **el** lugar de descarga:
- h. Costes indirectos:
- i. Costos operacionales:

En esta **comparación** se deter-mini, el # de **viajes/por** semana que el vehiculo podia realizar, el tiempo de **toma** medio y **el** tiempo requerido por semana en **función** de la distancia de transporte de un viaje de **ida** y vuelta, el **costo** semanal en **función** de la distancia de transporte, **todo** esto **para cada** sistema.

Se encontro que con el sistema de contenedor el **costo operacional** era **menor** al sistema de Caja fija **para** una distancia igual. Y que la distancia a la **cual los costos** se igualaban era de 4.13 Km.

En nuestro **caso** cuando las distancias son **menores** de 4.13 km. lo **más conveniente** es el sistema de contenedor.

Los datos y **cálculos** se muestran al final en el apendice **respectivo**.



6.7.2 TRAZADO DE ITINERARIO DE RECOLECCIÓN

Los pasos habituales en el establecimiento de itinerarios incluyen:

1. **Preparación** de un **mapa** de la zona de estudio con datos **como** puntos de **toma** de residuos **sólidos**, **localización**, **frecuencia** de recolección y **número** de contenedores.
2. **Análisis** de datos y **preparación** de tablas **sumarias** de **información**.
3. **Trazado** preliminar de **itinerarios**.
4. **Evaluación** de itinerarios preliminares y desarrollo de itinerarios equilibrados por pruebas sucesivas.

Al final **los itinerarios** se comprueban con el conductor **del camión** recolectar.

Para el Campamento Atahualpa se **realizó** el trazado de itinerarios **del camión** recolector, cuando este **funciona como** un Sistemas de contenedor.

En **los gráficos** 6.1 y 6.3 se muestran **los recorridos del camión** recolector, **como** sistema de contenedor y **sistema de caja** fija.

Los pasos realizados en el trazado son **los** siguientes:

Paso 1

En un **gráfico** se **trazó** la zona industrial, en este **caso** es la zona **del** campamento con todas sus areas de trabajo.

Paso2

A **continuación** se **realizó** una tabla excel con **frecuencias**, puntos de **toma**, **#** contenedores, recogidas.



Paso 3

Para elaborar el itinerario se **empezó** en el **garaje del carro** recolector o en el lugar donde este acostumbre a guardarse, en este **caso** es una vía **periférica** en el campamento Atahualpa. Se **estableció** el itinerario de modo que conecte todos los puntos de **toma** (contenedores) a servir. Cada itinerario **debería** comenzar y terminar **cerca del** garaje.

Paso 3

Luego de trazados los itinerarios hemos calculado la distancia media que hay que **viajar** entre contenedores. Trazado de itinerario **para** sistemas de **caja fija** (con **carros** cargados mecánicamente).

6.7.3 HORARIOS

EL conductor debe preparar un horario **para cada** itinerario, que incluya la localización y el **orden** de **cada punto** de **toma** a servir. Un libro de itinerarios se mantiene **para** comprobar la **localización** y control, y **para** anotar cualquier **problema** de control.

Tabla 6.2
ITINERARIO DE RECOLECCIÓN

Frec. de recolección/ veces por semana	Puntos de toma	Residuos* kg/semana	Cantidad de viajes realizados por día							Sistema de Recolección
			L	M	M	J	V	S		
6	Comedor	1237.5	1	1	1	1	1	1	c	
3	Carpintería/Central de encofrados	2225	1		1			1	c	
3	Bodega	1850							cf	
3	Taller Central								cf	
3	Oficinas		1			1		1	cf	
3	Alojamientos								cf	
3	Premoldeados								cf	
3	Varios								cf	
2	Línea de agua cruda - 1 de Ismaïles					1			cf	
2	Línea de Agua Potable					1			cf	
3	Playas		1		1			1	c	
			3	4	3	4	1	4	19	

Se utiliza un solo vehículo recolector.

• Estos datos se originan de tabla 4.9

cf: *caja fija* c: *contenedor*

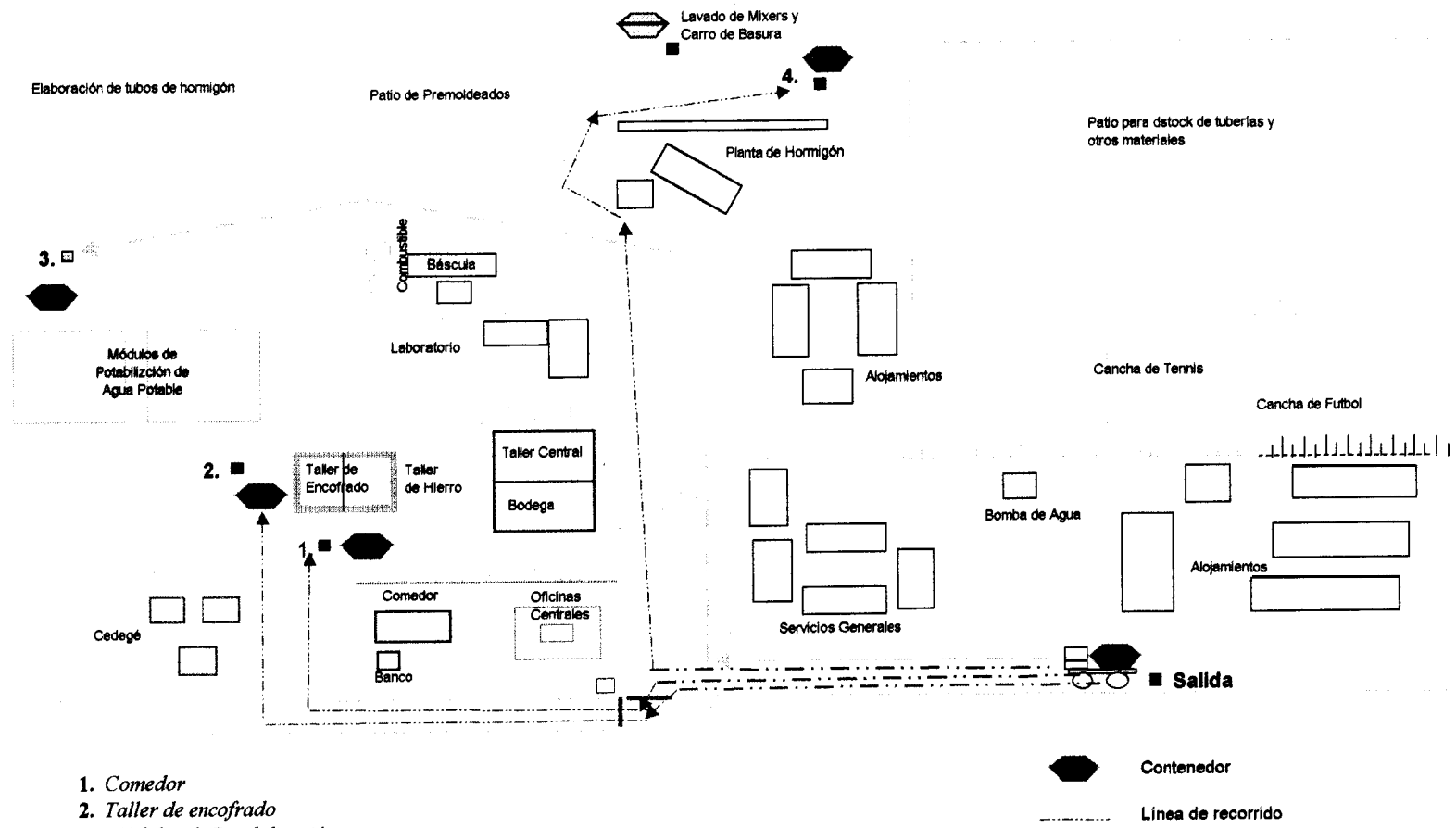


Gráfico 6.1

SISTEMA DE CONTENEDOR

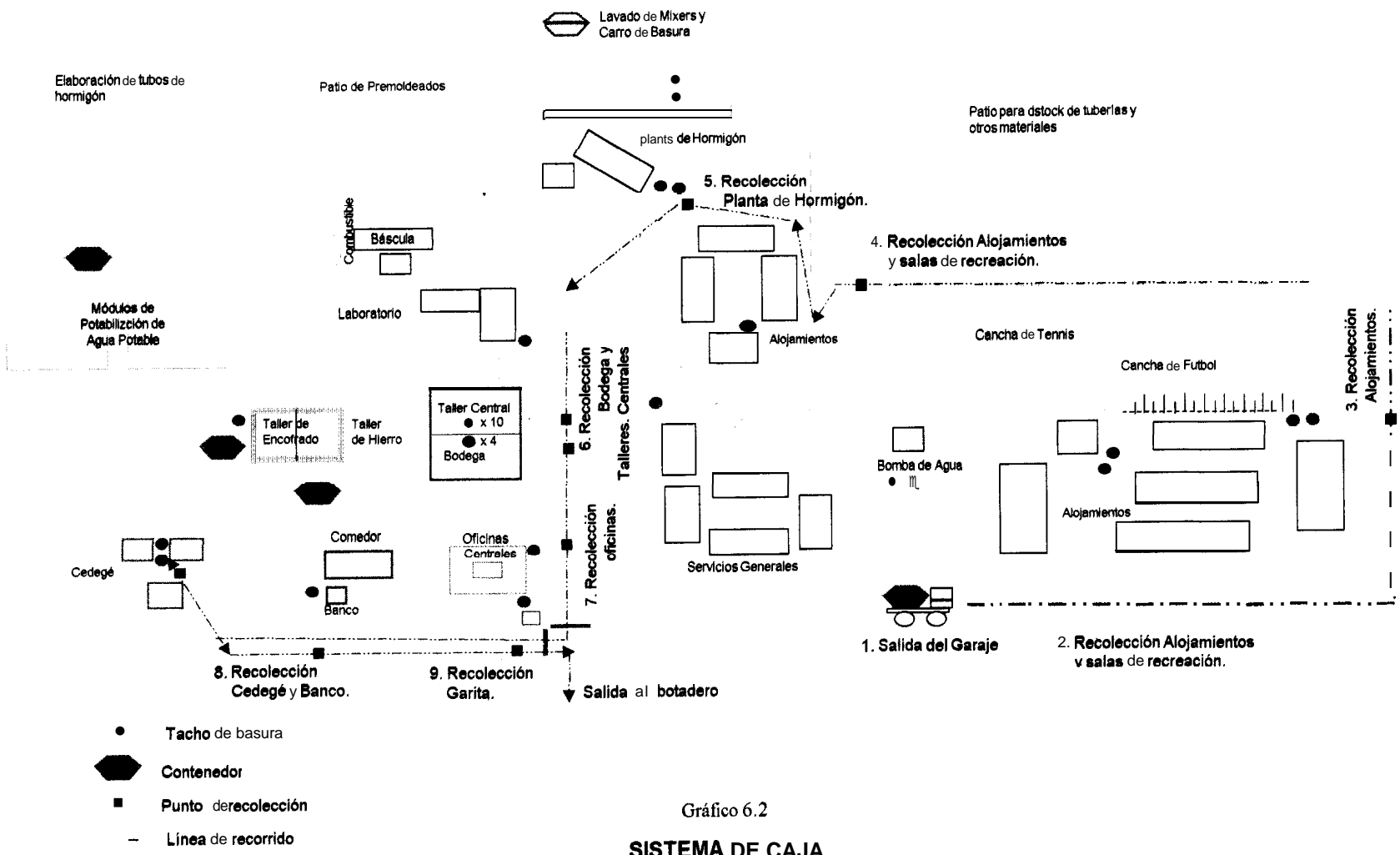


Gráfico 6.2
SISTEMA DE CAJA



6.8 TECNOLOGÍAS DE PROCESAMIENTO DE LOS RESIDUOS

Los siguientes **métodos** son alternativas utilizadas y con posibilidades de utilizar **para** el procesamiento y **separación** de los componentes individuales de residuos.

6.8.1 REDUCCIÓN DE TAMAÑO.

Es el **proceso** unitario por el que se reduce **mecánicamente** el tamaño de los materiales residuales recogidos. La reducción en **tamaño** no implica necesariamente reducción en volumen.

Las aplicaciones **técnicas** incluyen:

- *Molinos de martillos (materiales no seleccionados).*

Trituradoras cortantes (aluminio, neumáticos y plásticos)

- *Cubas trituradoras (res. de jardín).*

Trituradora para madera. La mayoría de las trituradoras para madera son astilladoras de madera, utilizadas para triturar grandes trozos de madera (ramas grandes, palets rotos, etc.) en astillas, que se pueden utilizar como combustible, y en materia más fina que puede ser fermentada.

6.8.2 SEPARACIÓN POR TAMAÑO

Implica la **separación** de una mezcla de materiales en dos o **más** porciones mediante el uso de una o **más superficies** de **criba**, que se utilizan **como** tamaños de selección.



- **Cribas vibratorias.**

- **Criba giratoria, criba trómel o trómeles (para separar residuos antes de su trituración)**
- **Cribas de discos.**

6.8.3 SEPARACIÓN POR DENSIDAD (CLASIFICACIÓN NEUMÁTICA).

La **separación** por densidad es una **técnica** utilizada **para** separar materiales basándose en su densidad y en sus características **aerodinámicas**. Se aplica a materiales no triturados en base a dos **componentes**:

Fracción ligera, compuesta de papel, **plásticos** y **orgánicos**

Fracción pesada, que contiene **metales**, **madera** y otros materiales **inorgánicos** que son relativamente densos.

Se utilizan varias tecnologías entre las cuales **están**:

- **Clasificadores neumáticos. Utilizan flujos de aire que separan los materiales menos densos y dejan caer los más pesados.**
- **Separación por inercia.**
- **Flotación. Se pueden utilizar muy bien para procesar los escombros de construcción.**



6.8.4 SEPARACIÓN POR CAMPO ELÉCTRICO Y MAGNÉTICO

Estas **técnicas** de **separación magnética** y por **campo** eléctrico utilizan las propiedades **eléctricas** y **magnéticas** de los materiales residuales, como son la **carga eléctrica** y la permeabilidad **magnética**, para separar materiales.

Los tipos de **separación** son:

- *Separación magnética. Mediante imanes permanentes o electroimanes que atraen los metales.*

Separación **electrostática** Se separa los materiales con campos electrostáticos de alto voltaje.

Separación por corriente de Foucault. Se **inducen** campos **electromagnéticos** que separan los materiales que los atraviesan.

6.8.5 DENSIFICACIÓN (COMPACTACIÓN)

Esta es una **operación básica** que incrementa la densidad de los materiales residuales **para** almacenarlos y transportarlos **más** eficazmente.

Entre los tipos de equipamiento disponibles **para** la **compactación** de residuos **sólidos** incluye:

- Compactadores estacionarios. Cuando los residuos se cargan en una compactadora manual o **mecánica**, y la compactadora es estacionaria.
- Equipamiento de empacamiento. Con una **presión** alta se **producen** balas compactas e residuos **sólidos** o materiales recuperados relativamente **pequeñas**.



- Equipamiento de **peletización**. **Para formar** pelets finos y gruesos que puede utilizarse **como** combustible densificado derivado de residuos.

Estos **métodos** son tienen mayor factibilidad **para** utilizarse en el **manejo** de los materiales.

68.6 RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (C/D)

Tipo I: Residuos de C/D procedente carreteras y terrenos.

Generados por limpiezas de terrenos, paisajismo y construcción de viviendas.

Tipo II: Residuos de C/D procedente de interiores.

Generados en la **construcción** y **demolición** de estructuras **urbanas**.

Se han **utilizado** varios puntos de vista **para** el **diseño** de sistemas de procesamiento de residuos de C/D y **para** la **producción** de varios materiales. Estos puntos de vista generalmente se pueden **clasificar** de la manera siguiente: *Procesamiento en el sitio o fuera del sitio (ej. en una planta central)* y *Procesamiento mecánico o manual*. En el apéndice se **adjunta** una tabla con los residuos de construcción y demolición.

Los **procesos** mecanicos implican **procesos** en los cuales los operadores usan maquinarias **para** efectuar la **segregación**. La diferencia entre los **procesos** mecanizados y los **procesos** manuales se encuentra **fundamentalmente** en la **automatización** de los primeros.



Las ventajas siguientes favorecen la **selección** de un proceso de **mano de obra** intensiva: **los** trabajadores pueden seleccionar materiales que son difíciles de segregar por medios **mecánicos**; la disponibilidad de **fuerza laboral para otras tareas**; y la relativamente baja inversión de capital **para** el proceso. Las ventajas de **los** procesos **automáticos** incluyen: tasa de **producción** elevadas; mayor seguridad **laboral**; y **menor mano de obra** que en **los** procesos de **segregación** manual.

Para el procesamiento en el sitio o **fuera del** sitio de **los** residuos de C/D, **existen** varios tipos de equipos **móviles**. Algunas de las ventajas que se derivan de **los** procesos en el sitio incluyen: se evita el transporte de materiales de baja densidad; se evita la **manipulación** doble (menos **costos**, menos **contaminación atmosférica**); y se cuenta con mas flexibilidad en el uso **del** equipo. Por otro lado, algunas de las ventajas **del** uso de procesos centralizados incluyen: ahorros en el transporte de **equipo** pesado; mejoras en el mantenimiento de **los** equipos, lo **cual resulta** en mayor disponibilidad y confiabilidad; y mejor control de **los impactos** ambientales.

El procesamiento en la obra o a pie de obra favorece varias ventajas y **contribuye** al incremento **del** reuso de materiales procedentes de proyectos de **construcción** y **demolición**. En estos **casos**, y dependiendo **del** tipo de proyecto, se puede exigir que la mayor parte de **los** residuos se reutilicen o se reciclen en la obra nueva. **Para** ello, es necesario realizar una buena **validación** de la calidad y de la cantidad de materiales disponibles.



Basándose en este **análisis**, es posible determinar **cómo** se pueden utilizar los materiales y cuales **serían los procesos** necesarios **para** obtenerlos. Este proceso requiere que se **instale** el **equipo** necesario **para** procesar residuos, **como** por ejemplo triturados, **cribas** y cintas transportadoras. Es necesario asignar suficiente espacio **para** equipos y **para el** almacenamiento de materiales procesados. **Además**, el **diseño** de estas **plantas** debe considerar la **potencial generación** de ruido y polvo.

La **recuperación** de materiales es posible, sobre **todo** en proyectos de **demolición**, **como** por ejemplo la **recuperación** de **los** elementos **arquitectónicos** de estructuras **antiguas**. El proceso de **recuperación** tiene que ser bien planificado **para** que la **remoción** de **los** materiales se lleve a **cabo** de **manera** segura y sin que afecte el proceso de **demolición**. Los materiales **como** puertas, ventanas, tejas y vigas se pueden retirar **del** proceso de **demolición**. Otros materiales de alto valor, **como** son las tuberías de **cobre**, se pueden recuperar supuesto que se **haya** realizado un cierto **método** de **demolición**. Al final de proceso, **los** ladrillos y otros materiales similares se pueden recuperar **para** volver a ser utilizados.

En ciertos **casos**, **el** procesamiento y la **recuperación** de **los** residuos provenientes de construcciones y demoliciones debe realizarse en **plantas** centralizadas, lo que se denomina procesamiento centralizado. En general, **los** materiales se pueden transportar desde obras situadas dentro de un radio de 50 Km. a partir **del** sitio donde se **ubica** la **planta**.



En el procesamiento de **hormigón**, **los** sistemas tienden ser relativamente **simples** y a tener una elevada capacidad de **producción**. Un sistema típico de procesamiento de hormigón **supone** que se ha **sacado** cualquier tipo de **barra** de **acero** antes de que el material entre al sistema. Los residuos de hormigón se procesan **para** la **recuperación** de productos finos y gruesos, utilizando principalmente operaciones basadas en la trituración y el cernido. Los productos **del proceso** se pueden volver a utilizar en la **construcción** de **caminos** y **como** material de relleno.

En el procesamiento de residuos de C/D mezclados, la **incorporación** de la **separación basándose** en la densidad dentro de **los procesos** mecanizados, **constituye** uno de **los métodos para incrementar** el rendimiento y la cantidad **del producto** final; al mismo tiempo, la **planta** puede recibir residuos que tienen una gran **concentración** de residuos de C/D pero que **están** altamente contaminados. Un sistema **diseñado para** procesar residuos de C/D contaminados generalmente **está diseñado para** recuperar varias **clases** de materiales incluyendo **tierra**, combustible **sólido** y **composte**. Las operaciones **clave** son la trituración, el cernido y la **separación por flotación**. La **flotación** se **usa para** concentrar la **madera** en el **flujo** de materiales, **para** su posterior uso **como** combustible en cultivos.

El cernido grueso y las otras fases **del** cernido se pueden efectuar por un tambor giratorio, un cernidor de discos, un cernidor plano o uno de **barras**, dependiendo de las características de **los** residuos y las especificaciones



deseadas **para los** materiales que se van a recuperar. Asimismo, se pueden utilizar varios tipos de equipos **para la trituración** (ej. molinos de martillos) y la **separación** en base a la densidad (ej. clasificadores **neumáticos**), dependiendo de la **aplicación** especificada.

6.9 PROCESOS QUE SIGUE EL RESIDUO LUEGO DE LA RECOLECCIÓN.

Luego de que el residuo es recolectado éste puede ser transformado o aprovechado como combustible siempre y cuando sea de tipo orgánico, si es sometido a algún proceso determinado.

Según el tipo de residuo obtenido, los procesos que pueden usarse después de la colección son los siguientes:

Tabla 6.3

PROCESOS Y FACTIBILIDAD PARA TRANSFORMACIÓN DE LOS RESIDUOS

TIPO DE RESIDUO	PROCESOS	FACTIBILIDAD
Residuos de comida	Transformación biológica	Positivo
Plásticos	Separación	Venta / donación
Metales	Fundición	Negativo
Madera	Transf. Química /Astillar	Positivo
Residuos sanitarios	Transformación biológica	Positivo
Grasas y aceites	Reutilización	Positivo
Papel y Cartón	Separación	Venta/donación

Los residuos de comida son los residuos con mayor factibilidad de ser procesados luego de la recolección. Existen varios procesos que se pueden emplear para realizar una transformación biológica.

6.10 PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN BIOLÓGICA Y TÉRMICA.

En la conversión biológica ocurre una variación en la composición orgánica de un residuo, puede suceder en presencia o ausencia de oxígeno según lo cual se denomina proceso aeróbico o proceso anaerobio.

El funcionamiento de los procesos anaerobios es más complejo que el funcionamiento de los procesos aeróbicos. Sin embargo, el proceso anaerobio ofrece el beneficio de la recuperación de energía (obtención de biogás). En la siguiente tabla se resume las ventajas de cada proceso:

Tabla 6.4

PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN BIOLÓGICA

CARACTERÍSTICA	PROCESOS AEROBIOS	PROCESOS ANAEROBIOS
<i>Uso energético:</i>	<i>Consumidor neto de energía</i>	<i>Productor neto de energía</i>
Productos finales:	Humus, CO ₂ , H ₂ O	Fangos, CO ₂ , CH ₄
Reducción de volumen:	Hasta el 50 por 100	Hasta el 50 por 100
Tiempo de procesamiento:	20 – 30 días	20-40 días
Objetivo primario:	Reducción de volumen	Producción de energía
Objetivo secundario:	Producción de compost	Reducción de volumen, estabilización de residuos

Fuente: Tchobanoglous - Vigil

Entre los procesos que se pueden aplicar para la transformación orgánica están:

Tabla 6.5

TRANSFORMACIONES BIOLÓGICAS

PROCESO	PRODUCTO DE CONVERSION	PREPROCESAMIENTO
Conversión aeróbica (Compostaje)	Compost (acondicionador de suelo)	Separación de la fracción orgánica, reducción de tamaño de partículas
Digestión anaerobia (en vertedero)	Metano y dióxido de carbono	Ninguno, excepto colocación en celdas de contención
Digestión anaerobia (sólidos en bajas concentraciones, del 4 al 8 por 100 en sólidos)	Metano y dióxido de carbono, sólidos digeridos	Separación de la fracción orgánica, reducción de tamaño de partículas
Digestión anaerobia (sólidos en altas concentraciones, del 22 al 35 por 100 en sólidos)	Metano y dióxido de carbono, sólidos digeridos	Separación de la fracción orgánica, reducción de tamaño de partículas
Fermentación	Glucosa a partir de celulosa Etanol, proteína de célula sencilla	Separación de los materiales que contiene celulosa Separación de la fracción orgánica, reducción de tamaño de partículas

Fuente: Tchobanoglous - Vigil

A continuación se describen cada uno de estos procesos, a la vez que se analiza la factibilidad de realizar cada uno de ellos:

6.10.1 DIGESTIÓN ANAEROBIA

6.10.1.1 De sólidos en baja concentración

Los residuos orgánicos se fermentan en concentraciones de sólidos iguales o menores de 4 a 8 por 100 (4). Este proceso se utiliza en muchas partes del mundo para generar gas metano a partir de los residuos humanos, animales y agrícolas, y a partir de la fracción orgánica de los residuos municipales. Una de las desventajas es la necesidad de agua del proceso ya que se deben añadir considerables cantidades de la misma para llegar al rango requerido.

Los pasos del proceso son (4):

1. Preparación de la fracción orgánica
2. Adición de humedad y de nutrientes.
3. Mezcla, ajuste del ph hasta aprox. 6.8 y calentamiento de la masa húmeda entre 55 y 60 °C.
4. Captura, almacenamiento y si es necesario la separación de los componentes gaseosos.
5. Deshidratación y evacuación de los fangos digeridos

6.10.1.2 De sólidos en alta concentración

Se produce la fermentación con un contenido de sólidos total de aproximadamente el 22 por 100 o más. Entre las ventajas de esta tecnología están:



- Más bajos requisitos de agua producirse la fermentación de sólidos.
- Tasa más alta de producción de gas por unidad de volumen del tamaño del biorreactor.

El proceso es igual al de sólidos en baja concentración. La diferencia se produce al final cuando se requiere menos esfuerzo para deshidratar y evacuar los fangos digeridos.

Debido a la alta concentración de sólidos los efectos de muchos parámetros ambientales sobre la población microbiana son más severos.

6.10.2 CONVERSIÓN AEROBIA - COMPOSTAJE

El compostaje es una de las opciones para el tratamiento de los residuos en el campamento y obra civil de Atahualpa debido a que se genera un gran porcentaje de residuos orgánicos.

En esta parte vamos a describir la forma en que se llevaría a cabo un proceso de compostaje (conversión biológica) con los residuos generados en el comedor y en la carpintería del campamento Atahualpa.

La mayoría de los residuos sólidos están compuestos por materiales orgánicos como proteínas, lípidos, hidratos de carbono, celulosa, lignina y ceniza (4). Si se someten estos materiales a descomposición aeróbica microbacteriana, el producto final que queda después de cesar toda la actividad microbiológica es un material parecido al humus conocido como compost.

Las razones para la realización de compostaje son la desviación de productos del flujo de residuos, evitando que estos vayan al basurero donde son incinerados.

6.10.2.1 Objetivos:

Las ventajas u objetivos del compostaje serían:

1. Transformar materiales orgánicos biodegradables en un material biológicamente estable, y en el proceso reducir el volumen original de los residuos.
2. Destruir patógenos, huevos de insectos y otros organismos no requeridos que puedan estar presentes en los residuos.
3. Retener el máximo contenido nutricional (nitrógeno, fósforo y potasio)
4. Elaborar un producto que se pueda utilizar para soportar el crecimiento de plantas y como acondicionante de suelo.

Cuando se añade al suelo, el compost mejora la textura de los suelos sueltos arenosos y se incrementa la capacidad de retención de agua en la mayoría de los suelos.

Existen algunos métodos para compostar los residuos:

- Por medio de lombrices, proceso denominado lombricultura;
- Por la descomposición de residuos en presencia de oxígeno
- Por la descomposición de residuos en ausencia de oxígeno.



La realización del compostaje dependerá de la cantidad de residuos existentes y de la frecuencia. El compostaje es una opción posible para el tratamiento de los residuos ya que de esta forma se aprovecharía un residuo para convertirlo en algo más útil

6.10.3 COMPOSTAJE AEROBIO (en presencia de O₂)

Las principales fuentes de compostaje en la obra incluyen (4):

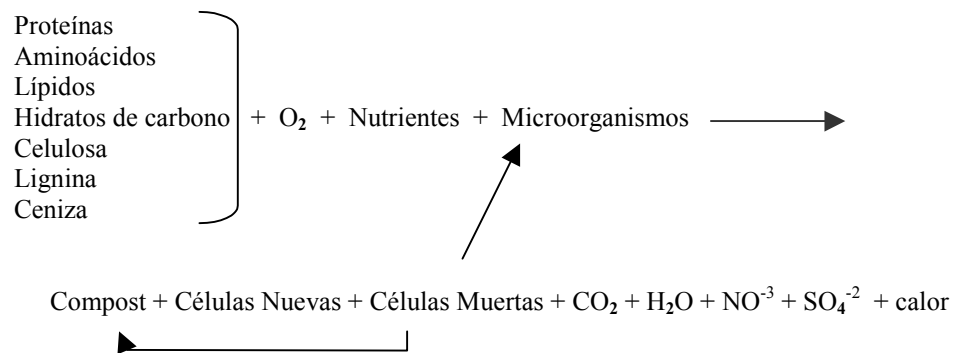
1. Los residuos de jardín
2. La fracción orgánica de los residuos
3. Residuos no seleccionados
4. Co - compostaje de la fracción orgánica de los Residuos con fangos de aguas residuales.

Como factibilidad para el tratamiento de los residuos orgánicos generados en el campamento tenemos el compostaje aeróbico. Las líneas directrices principales se explican a continuación:

1. Procesamiento
2. Descomposición aeróbica de la fracción orgánica
3. Preparación y comercialización del producto

6.10.3.1 Transformaciones aeróbicas

La transformación aeróbica general de los residuos puede describirse con la siguiente ecuación.



Esquema 6.2

TRANSFORMACIÓN AERÓBICA DE LOS RESIDUOS

6.10.3.2 Residuos orgánicos

Los residuos orgánicos que se generan en la obra están compuestos por:

- Residuos de carnes
- Residuos de frutas
- Residuos de vegetales
- Residuos de comida varios
- Residuos de madera (aserrín y virutas)
- Residuos de papel y cartón (que tienen otro destino)

La existencia de residuos de madera como aserrín y viruta de la carpintería permite que podamos mezclar los residuos orgánicos con estos materiales y conseguir un producto con una buena relación de C/N.



Para propósitos de diseño de la mezcla del compost se realizó un análisis entre dos tipos de residuos que serían los componentes principales del compostaje, en la obra de Atahualpa. Las proporciones que se encontraron nos permiten conocer que cantidades de cada material se van a mezclar, las relaciones C/N y el contenido de humedad. Las comparaciones realizadas fueron las siguientes:

1. *Residuos de frutas y aserrín.*
2. *Residuos de comida y aserrín.*

Los cálculos se muestran en el apéndice respectivo al final de la tesis.

Entre las técnicas para la realización de *compostaje en ausencia de oxígeno*, tenemos:

6.10.3.3 Técnicas que se pueden utilizar en el proceso del compostaje aeróbico.

1. Hileras
2. Pilas estáticas
3. Compostaje en reactor

Los dos métodos de compostaje más utilizados (Estados Unidos) se clasifican en agitado y estático (4). En el método agitado se mueve periódicamente el material que se va a fermentar para introducir oxígeno, controlar la temperatura y mezclar material con el fin de obtener un producto más uniforme. En el método estático el material que se va



fermentar permanece estático y el aire es inyectado a través del material fermentándose. Los métodos de compostaje estático y agitado más comunes son conocidos como método de hilera y de pila estática, respectivamente. Los sistemas de compostaje en los que se lleva a cabo el compostaje en algún tipo de reactor son conocidos como sistemas de compostaje en reactor.

6.10.3.4 Comparación de los procesos de compostaje aeróbico

El rendimiento de estos procesos es esencialmente el mismo si son correctamente operados, la selección se basa en la inversión y financiamiento, disponibilidad de terreno, complejidad operacional y el potencial de causar problemas.

Tabla 6.6
COMPARACIÓN DE LOS PROCESOS DE COMPOSTAJE

Item	Hilera	En reactor, aireación forzada		
		Pila estática aireada	Con agitación (dinámica)	Sin agitación (flujo pistón)
Costos de inversión	Generalmente bajos	Bajos en sistemas pequeños, altos en sistemas grandes	Generalmente bajos	Generalmente bajos
Costos operacionales	Generalmente bajos	Altos (sist. Fangos)	Generalmente bajos	Generalmente bajos
Control del aire	Limitado sino se utiliza aireación forzada	Completo	Completo	Completo
Control operacional	Frecuencia de volteo, enmendado o reciclaje con adición de compost	Tasa de flujo de aire	Tasa de flujo de aire, agitación o reciclaje con adición de compost	Tasa de flujo de aire, agitación o reciclaje con adición de compost
Sensibilidad al tiempo frío o húmedo	Sensible a menos que esté cubierto	Comprobado en climas fríos o húmedos	Comprobado en climas fríos o húmedos	Comprobado en climas fríos o húmedos
Control de olores	Depende de la alimentación, fuente potencial de gran extensión	Puede ser una fuente de gran extensión, pero puede controlarse	Potencialmente bueno	Potencialmente bueno
Problemas operacionales potenciales	Sensible a cambios meteorológicos	El control de la tasa de flujo de aire es crítico, para canalizar o cortar el suministro de aire	Alta flexibilidad operacional, el sistema puede ser mecánicamente complejo	Potencial para canalizar o para cortar el suministro de aire, el sistema puede ser mecánicamente complejo.

Fuente: Tchobanoglous – Vigil



Las cuestiones principales que se asocian con el uso del compostaje son

(4):

1. Producción de olores
2. Presencia de patógenos
3. Presencia de metales pesados
4. Definición de lo que constituye un compost aceptable

La ventaja que tenemos con los residuos sólidos producidos en la obra, es que al almacenarse por separado no se produce mezcla de los residuos orgánicos (de comida) con los otras clases de residuos. De allí que es factible ubicar al compostaje como una alternativa viable para el tratamiento o desviación de los residuos.

6.10.3.5 Consideraciones a tener en cuenta en el diseño y funcionamiento del sistema de compostaje aeróbico.

Tabla 6.7
**CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA EN
FUNCIONAMIENTO DE LOS RESIDUOS**

Item	Observaciones
Tamaño de partícula	Tamaño de residuos entre 25 y 27 mm.
Relación carbono-nitrógeno	Relaciones iniciales 25 –50 son óptimas para el compostaje aeróbico. En relaciones más bajas se emite amoniaco. En relaciones más altas el N puede ser nutriente limitante.
Mezcla y siembra	Tiempo de compostaje se puede reducir con siembra de residuos parcialmente descompuestos del 1 al 5 por 100 en peso. Se puede añadir fangos de aguas residuales, donde el contenido de humedad final es la variable fundamental.
Contenido de humedad	Debería estar entre el 50 y el 60 por 100 durante el compostaje. El valor óptimo parece ser el 55 por ciento.
Mezcla/Volteo	Mezcla y volteo regular para cuando sea necesario para evitar secado, encostramiento y canalización de aire. Frecuencia de mezcla o volteo según el tipo de compostaje.
Temperatura	Debería mantenerse entre 50 y 55 grados durante los primeros días para mejores resultados, y entre 55 y 60 °C para el resto del período del compostaje activo. Mas de 66 °C, la actividad biológica se reduce significativamente.
Control de patógenos	La temperatura debe mantenerse entre 60 y 70 C durante 24 horas, para destruir patógenos, hierbas malas y semillas.
Requisitos de aire	Cantidad de aire por lo menos el 50 por 100 de la concentración del oxígeno inicial restante debería llegar a todas las partes del material que está compostándose para conseguir resultados óptimos.
Control de pH	Debería permanecer entre rango de 7 a 7.5 para logra descomposición aeróbica óptima. No debe sobrepasar de 8.5 para minimizar la pérdida de nitrógeno en la forma de gas amonio.
Grado de descomposición	Se determina con medición de bajada final de temperatura, grado de la capacidad de auto calentamiento, cantidad de materia orgánica descomponible y resistente en el material compostado, la subida del potencial de redox, la absorción



	de oxígeno, el crecimiento del hongo <i>Chaetomium gracilis</i> , y el ensayo de almidón - yodo
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Tchobanoglous - Vigil

6.10.4 TECNOLOGÍA DE CONVERSIÓN TÉRMICA

El procesamiento térmico se utiliza para la reducción de volumen y la recuperación de energía. El procesamiento térmico de los residuos sólidos puede definirse como la conversión de residuos sólidos en productos de conversión gaseosos, líquidos y sólidos, con la simultánea o subsiguiente emisión de energía en forma de calor.

Sistemas de incineración.- Es el procesamiento térmico de los residuos sólidos mediante oxidación química con cantidades estequiométricas o en exceso de oxígeno.

Sistemas de pirólisis.- Es el procesamiento térmico de residuos en ausencia total de oxígeno.

Sistemas de gasificación.- Es el proceso de combustión parcial en que un combustible es quemado intencionalmente con menos aire que el estequiométrico. Técnica eficaz para reducir el volumen de los residuos sólidos y recuperar energía.

6.10.4.1 Sistemas de recuperación de energía

Los sistemas de recuperación térmica producen impactos sobre el ambiente, incluyendo emisiones gaseosas y de partículas, rechazos sólidos



y efluentes líquidos. Una vez que los Residuos Sólidos han sido convertidos en energía térmica, en forma de vapor mediante la incineración, o en energía química en forma de gases o líquidos mediante la pirólisis o la gasificación, se pueden convertir en energía mecánica o eléctrica.

El vapor puede utilizarse directamente en procesos industriales o para calefacción de edificios. Y también puede usarse para la producción de energía mecánica o eléctrica mediante una turbina de vapor.

Los componentes principales utilizados para la recuperación de la energía son: calderas para la producción de vapor; turbinas de vapor; turbina de gas y motores recíprocos como motores primarios para la energía mecánica, y generadores eléctricos para la conversión de energía mecánica en electricidad.

Tasa de calor de elaboración: En la producción de energía eléctrica la práctica común es considerar la eficacia global de la conversión en términos de tasa de calor, como se expresa en la Ecuación:

$$\text{Tasa de calor (Kj/KWh)} = \frac{\text{Calor suministrado en combustible}}{\text{energía generada (KWh)}}$$

El valor teórico para el equivalente mecánico del calor es igual a 3600 Kj/KWh.

CAPÍTULO 7

TRANSFERENCIA, TRANSPORTE Y

DISPOSICIÓN FINAL



7 TRANSFERENCIA, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL

7.1 INTRODUCCIÓN

La **etapa** de Transferencia, Transporte y **Disposición** Final es la cuarta **etapa** dentro de **los** elementos funcionales **para el Manejo** de **los Residuos Sólidos**, aquí se analiza la necesidad y **situación** de las estaciones de transferencia, vehículos de recolección, **las rutas** y distancias.

7.2 ESTACIONES DE TRANSFERENCIA.

En el Campamento Atahualpa no se utilizan estaciones de transferencia en el transporte de **los** residuos, ya que actualmente **los lugares** de recolección se encuentran cercanos. En el **futuro** es muy posible que se lleguen a utilizar debido a que **los frentes** de obra localizados **fuera del** Campamento quedaran a distancias muy lejanas.

Cuando las distancias de transporte son excesivas, se **deben** utilizar estaciones de transferencia (4). La decisión de utilizar las estaciones de transferencia tiene que ver con el factor **económico**, ya que sale **más** barato transportar un gran volumen de residuos a largas distancias en grandes cantidades, que transportar un gran volumen de residuos a largas distancias en **pequeñas** cantidades (4).

Entre **los** tipos de estaciones de transferencia utilizadas **para transferir** los residuos desde vehículos **pequeños** a equipos de transporte **mayores**, se pueden enumerar **según el método** utilizado:



1. Carga **directa**.- los residuos en vehículos de recogida se vacían directamente en el vehículo utilizado **para** transportarlos a un lugar de **evacuación** final, o en instalaciones **para compactar** residuos.
2. Almacenamiento y **carga**.- los vehículos se vacían directamente en una fosa de almacenamiento desde la **cual** son cargados en vehículos de transporte mediante diversos tipos de equipamientos auxiliares.
3. Combinadas **carga directa** y descarga - **carga**.- Son instalaciones combinadas, polivalentes que **también** pueden realizar una **operación** de **recuperación** de materiales.

7.2.1 LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

Preferentemente las estaciones de transferencia deberían colocarse (4):

1. **Tan** cerca **como** sea posible de los centros de **gravidad** de las zonas individuales de **producción** de residuos que se van a servir
2. Con **fácil acceso** a carreteras arteriales importantes, **como** cerca de medios de transporte secundarios o suplementarios.
3. Donde **haya** una mínima **objeción** ambiental a las operaciones de transferencia.
4. Donde la **construcción** y el almacenamiento **sean** lo **más económico** posible.

En condiciones ideales, **las** estaciones de transferencia deberían localizarse de forma que se minimicen **los costes** de transporte.



7.3 VEHÍCULOS UTILIZADOS

En el Campamento Atahualpa existe un solo vehiculo (**camión** recolector) **para** la recolección de **residuos**, y **existen** varios contenedores distribuidos en la obra **los** cuales tienen una **sola dimensión**. El mecanismo utilizado es de levantamiento y descarga de contenedores, que **está** acoplado al esqueleto **del camión**. *En el Anexo se pueden apreciar fotos del camión recolector.*

7.4 RUTAS

La **ruta más óptima** que debería seguir el **camión** de basura dentro del campamento **para** efectuar la **recolección**, se aprecia en el gráfico en el anexo de Csta **tesis**. En **los gráficos** 6.2 y 6.3 se aprecian **los actuales** recorridos donde **cada** color es una **ruta**, utilizada **para** vaciar el contenedor.

7.5 DISPOSICIÓN FINAL

7.5.1 EVACUACIÓN EN VERTEDERO

Aunque es la cuarta jerarquía o prioridad **para** el tratamiento de **los** residuos, la **EVACUACIÓN EN UN VERTEDERO**, si es controlada, **permite** a **los** residuos sin **ningún** valor ser dispuestos en forma **aceptable** con **relación** al Medio Ambiente (4).

En el Campamento Atahualpa **sería** posible la **construcción** de un vertedero o relleno sanitario con las siguientes alternativas:



Construido por el Municipio de Santa Elena por intermedio de la constructora, **para toda la población.**

Construido por la constructora y traspasado a la Municipalidad de Santa Elena, al final de las obras, **para su utilización.**

Construido exclusivamente **para los** residuos generados en el Campamento Atahualpa.

Los **principales** puntos **para** tener en **consideración** son:

1. **Justificación** de la necesidad de un vertedero
2. **Evaluación** y **aceptación** comunitaria de la **localización** de un vertedero
3. **Diseño** y rentabilidad **del** vertedero
4. **Política** y normativas de **gestión**

Evaluación de la localización **del** vertedero:

- **Impacto** ambiental
- Problemas de **opinión pública**
- Idoneidad **para usos múltiples** dentro **del** sistema de **gestión** de residuos
- Planes de emergencia



75.2 RELLENO SANITARIO

Los siguientes son **los** estudios a requerir **para** un relleno sanitario (4):

Topografía, **Geología**, **Mecánica** de Suelos e Hidrología y Meteorología **para** el **diseño** definitivo de la alternativa escogida.

Mecánica de Suelos

Tipo de **Suelo**, **Clasificación granulométrica**, humedad Natural, compresibilidad y permeabilidad **del** sitio escogido **para** la **disposición** final, **profundidad del manto freático**, límite **líquido** y **plástico**.

El diseño debe contemplar lo siguiente :

- El tipo de **operación del** relleno (manual o mecanizado).
- El **método** seleccionado
- El tipo de maquinaria y especificaciones **técnicas** de las mismas **para** apoyar u operar el relleno sanitario.
- El **número** de jomaleros necesarios y de reserva **para** la **operación del** relleno (si es manual)
- El rendimiento de la maquinaria o jomaleros **para** esta actividad.

7.5.3 INFRAESTRUCTURA DEL RELLENO

Relleno

- Dimensionamiento de celdas
- **Cálculo** de las cantidades necesarias de material de cobertura de celdas.



- **Áreas** par-a descargas y maniobras de camiones y **máquinas**.

Construcciones Auxiliares

- Cercas o cerramiento
- **Arborización**
- Puertas de acceso al sitio de **disposición**.
- **Diseños** de vías **internas** y acceso.
- Caseta de vivienda **del** guardian.
- Otras obras requeridas.

Diseño Paisajístico de acabado final.

Diseño de acabado final **para** este lugar, que se integre perfectamente al **contexto** urbano, **para** que sea implantado una vez terminado **el período** de vida **útil del** relleno sanitario (4).

Plan de Manejo Ambiental

Diseño de medidas ambientales correspondientes a obras **como**:

- Franja de **protección** Ambiental
- **Manejo** de gases
- **Manejo** de Desechos Líquidos

Almacenamiento

Comprende **los recipientes más óptimos** que se debe usar **para** disponer la basura al nivel de **oficinas** y otras **fuentes** productivas.



Se **ubica** en el mercado **los** recipientes **más comunes, más** resistentes y de menos **costos**.

Determinar:

- **Número, tipo, capacidad y vida útil** de **los** recipientes de almacenamiento temporal.
- Los sitios donde se **ubicarán los** recipientes en el campamento.
- Costos de **inversión** y mantenimiento **para** esta fase.

7.5.4 ANÁLISIS COSTO - EFECTIVIDAD

Análisis en el cual se observa la **manera más económica** de lograr un objetivo determinado de calidad ambiental o, **expresándolo** en **términos** equivalentes de lograr el **máximo** mejoramiento de cierto objetivo ambiental **para** un **gasto** determinado de recursos.

Para la reduccion de la producción de residuos. Se plantea el costo de diversas opciones **técnicas** y su efectividad en **términos** de **reducción** de residuos. Los estudios de este tipo exigen una cercana **coordinación** de **análisis** científicos y de ingeniería **para** determinar **parámetros técnicos** y **análisis económicos** **para** establecer **los** valores asociados con estos parámetros.



7.5.5 ANÁLISIS COSTO -BENEFICIO

Principal herramienta analítica utilizada **para** evaluar **las decisiones** ambientales. En este **análisis los** economistas se interesan solo de los costos **para alcanzar** determinada **meta** ambiental. **Tanto los** costos **como** los beneficios de una **política** o **programa** se **miden** y se expresan en **términos** comparables.

Los beneficios de la **acción** propuesta se calculan y comparan con los costos **totales** que **asumiría** la sociedad si se llevara a **cabo dicha acción**.

Tabla 7.1

ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

INCINERADOR DE BASURAS SÓLIDAS

Costos	Beneticio
Construcción	Reducción de uso de terrenos de relleno para desperdicios sólidos
Operación	No-operación a largo plazo
Eliminación de cenizas	
Emanaciones al aire	



Tabla 7.2

ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

COMPOSTAJE

Costo	Beneficio
Preparación del espacio pat-a compostaje	Tratamiento de residuos
Emanaciones al aire	Utilizacibn del abono
	No-operación a largo plazo
Manejo del compost	Recuperación de los suelos

Tabla 7.3

ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

RELLENO SANITARIO

Costo	Beneficio
Construcción	Emanaciones al Aire
Operación	Recuperacibn de paisaje
Ocupación del Terreno	Tratamiento de residuos
Disposición	
Manejo de Lixiviados	
Emanaciones al aire	
Cierre Técnico	

CAPÍTULO 8

ANÁLISIS DEL ESTUDIO.



8 ANÁLISIS DEL ESTUDIO

8.1 INTRODUCCIÓN

En el siguiente capítulo se expondrán los resultados de las diferentes formas de procesamiento y transformación que se pueden dar a los residuos y se elaborará un listado con propuestas a implementar para desarrollar el Manejo de Residuos Sólidos. Estas propuestas pueden ser aplicadas en cualquier universo a más del analizado aquí, el Campamento de Atahualpa.

8.2 ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.

Luego de los estudios y ensayos efectuados a los residuos que se generan en el Campamento Atahualpa se presentan los siguientes resultados:

8.2.1 RESIDUOS POR ORDEN DE GENERACIÓN

1. Residuos de comida
2. Madera y derivados
3. Cartón y Papel
4. Plásticos
5. Chatarra
6. Concreto
7. Aceites
8. Otros



Residuos que tienen salida:

- Madera
- Cartón y papel
- Plásticos
- Chatarra
- Aceite
- Neumáticos

Los residuos que pueden empezar a separarse para tener una salida son:

- Plásticos
- Concreto
- Residuos de comida.
- Baterías

Los materiales que se reciclan en el exterior y que no tienen mercado en el País, generados en el Campamento Atahualpa son:

- Toners y cilindros de fotocopiadoras.
- Pilas Doble A, Triple A.
- Máquinas de computación y otros artefactos electrónicos.
- Asfalto (en poca cantidad).

Entre los materiales que se reutilizan, sometiéndolos a un proceso de relleno son:

- Cartuchos de tinta de impresoras láser.

8.3 RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Los residuos C/D (generados en las actividades de construcción y demolición) incluyen varios materiales inertes y reactivas, que resultan de la demolición no discriminatoria de estructuras (8). También pueden incluir desechos que se generan de la demolición discriminatoria de las mismas estructuras.

Los residuos de construcción incluyen también los materiales de construcción auxiliares que resultan de la edificación y de la renovación, tales como pintura, rechazos y otros. Como estos materiales son reactivas, su disposición final en rellenos sanitarios puede requerir pretratamiento o control, dentro del relleno, para manejar los lixiviados y el biogás.

El despojo es el material natural que se saca del terreno en el sitio de la construcción (8). El despojo consiste en tierra, roca, arena, grava, arcilla y otros materiales no contaminados. Este residuo generalmente es suficientemente limpio para volverse a usar sin tratamiento para el cultivo, para áreas verdes o para material de relleno.

Los residuos de demolición inertes incluyen materiales hechos por el ser humano que son químicamente inertes tales como: el hormigón (sin armadura), los ladrillos y la mampostería. Los materiales de esta categoría se pueden almacenar sin causar impactos negativas al medio ambiente y sin tener que ser procesados. Estos materiales se pueden utilizar para reemplazar ciertos insumos de construcción como por ejemplo la grava.



Los residuos de construcción peligrosos constituyen un grupo de desechos que consisten en materiales contaminados con elementos químicos orgánicos o inorgánicos peligrosos (pinturas, solventes, fungicidas y otros). También incluyen materiales que normalmente se reconocen como altamente contaminados, como por ejemplo los alrededores de un transformador defectuoso o el piso de un taller de galvanoplastia.

8.4 PROCESOS QUE SE PUEDEN EMPLEAR PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS.

Entre los procesos que se pueden utilizar para el tratamiento de los Residuos Sólidos generados en el Campamento Atahualpa, se encuentran los siguientes:

1. Para los Residuos generados en el Comedor:

Restos de comida.

Compostaje Anaerobio.

2. Para los residuos generados en el Taller Central:

Madera

Trituración de los materiales.

Reutilización

3. Para los residuos generados en las Obras Civiles:

Concreto

Reaprovechamiento.



4. *Para los residuos generados en las oficinas:*

Papel, cartón

Reaprovechamiento.

Reciclaje.

8.5 PROPUESTA PARA LA MEJOR ALTERNATIVA PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS.

8.5.1 MEDIDAS

Las siguientes son las medidas relacionadas con la Reducción, Reutilización de materiales y Reciclaje de residuos, que pueden ser implementadas en la Obra Civil de Atahualpa o en cualquier otro lugar.

Algunas medidas son específicas y otras son más generales (9).

En primer lugar, para comenzar se debería ante todo:

- ✓ Establecer una política de Reducción de Residuos, para comprometer a los directivos con los programas a implantar.

Como medidas relacionadas con las actividades cotidianas están las siguientes:

- ✓ Promover el uso de la red interna para comunicaciones por escrito de memos, eventos, o reuniones.
- ✓ Preferir el traspaso de información por medio de disquetes o de la Red interna de la empresa e-mail.



- ✓ Anunciar las actividades mediante carteleras o anuncios colectivos, antes que individualmente mientras haya posibilidad de hacerlo.
- ✓ Ofrecer un periódico “on line” a los empleados.
- ✓ Imprimir solo en la presentación de trabajos finales y no para los borradores.
- ✓ Desarrollar la comunicación con proveedores y clientes vía e-mail.
- ✓ Suprimir el nombre de la empresa de listas de correos innecesarias.
- ✓ Distribuir los directorios telefónicos y manuales de la empresa, electrónicamente.
- ✓ Cambiar los vasos plásticos para beber agua o café por vasos de cerámica o vidrio. Diariamente se genera una cantidad considerable de vasos descartables que podrían reducirse a cero fácilmente.
- ✓ Utilizar diariamente las servilletas de tela o pañuelos, para evitar el uso de servilletas de papel a diario.
- ✓ Al fotocopiar documentos realizarlo por ambos lados de la hoja. Se logra con esto un ahorro de papel del 50% del total utilizado en un período de tiempo.
- ✓ No comprar anotadores (pads) que venden en el mercado. Hay suficiente papel disponible para anotaciones en la fotocopidora o en los propios escritorios, como resultado de las impresiones mal efectuadas o repeticiones.



- ✓ Las suscripciones a revistas deben realizarse a través de un solo pedido para hacer rotar un ejemplar por los interesados en vez de tener varios ejemplares para cada individuo.
- ✓ No hacer un trabajo dos veces. Muchas estadísticas, cuadros o datos son comunes a varias personas. Es mejor asegurarse que la información no fue impresa con anterioridad.

8.5.2 MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN EN LAS ÁREAS DE COMPRAS Y COMEDOR

- ✓ Cuando se elija entre dos productos similares, seleccionar el que contenga el mínimo empaque necesario. Si se compra en una tienda de alimentos considerar si es necesario comprar alimentos empacados cuando estos puedan comprarse sin empaque o sueltos.
- ✓ Reconocer y apoyar los establecimientos o proveedores cuando contengan alimentos con el menor empaque necesario y trabajen mas apegados a normas ambientales.
- ✓ Asegurarse el elaborar la cantidad exacta de alimentos, evitando grandes desperdicios. Esto se logra a través de una adecuada coordinación del servicio de comida con la cantidad de personas a ser servidas en cada comida. Y de no ser posible buscar un destino adecuado a estos alimentos.



- ✓ Preferir regalar los desperdicios de los platos o sobrantes de comidas a terceras personas antes de hacer de estos sobrantes parte del flujo de residuos. Estos son utilizados para alimento de cerdos generalmente.
- ✓ Comprar aderezos de comidas (salsa de tomate, mostaza, mayonesa) en tamaño de galón, antes que en frascos de menor cantidad.
- ✓ Expende estos productos en dispensadores detrás de mostrador principal antes que ubicando recipientes en cada mesa.

8.5.3 MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN EN EL ÁREA DE SERVICIOS GENERALES.

- ✓ Considerar comprar productos de tamaño grande y económico como jabón, shampoo, detergentes y otros. Estos tamaños usualmente tienen menos empaque por unidad de producto.
- ✓ Para ítems de comida seleccionar el mayor tamaño que puede comprarse antes de que se pueda dañar.
- ✓ Considerar donde la compra de productos concentrados es apropiada para tal necesidad, ya que ahorran empaque y transporte, dinero y recursos naturales. Algunas veces es posible comprar por volumen o al por mayor que tiene las mismas ventajas.
- ✓ Almacenar sobrantes en containers reusables.
- ✓ Adoptar prácticas para reducir la toxicidad de la basura. Además de reducir la cantidad de basura del flujo, es necesario reducir la toxicidad



de la misma. Algunos oficios requieren todavía el uso de productos con materiales peligrosos. Sin embargo la reducción de la toxicidad puede ser alcanzada siguiendo algunas guías.

- ✓ Tomar acciones en que el uso de materiales peligrosos no sea requerido. Como el uso de pesticidas que puede remplazarse por siembra de plantas que ahuyentan ciertas pestes.
- ✓ Aprender el uso de productos alternativos que no sean tóxicos.
- ✓ Si es muy necesario el uso de productos tóxicos, utilizar la cantidad apropiada de éste. Donar o compartir el resto a otros. Nunca poner sobrantes de materiales tóxicos en latas de bebidas o comidas.
- ✓ En los productos que contienen materiales peligrosos leer la etiqueta y seguir las instrucciones de uso y disposición final. Asegurarse la identificación plena de estos productos. Deshacerse de estos productos de la manera correcta ambientalmente.

8.5.4 MEDIDAS PARA LA REUTILIZACIÓN DE PRODUCTOS

- *Considerar productos reusables*
- ✓ En el trabajo ver si los cartuchos de impresoras, copiadoras, máquinas de faxes son recargables. Esto reduce la basura y costos.
- ✓ Donar revistas no usadas y journals a hospitales, clínicas y librerías.
- ✓ Desarrollar un intercambio informal de artículos con otras compañías.
- ✓ Donar suministros no deseados a escuelas o diversas organizaciones.



- ✓ Rentar cajas reutilizables para cambios de oficinas.
- ✓ Reutilizar cajas para movimientos internos.
- ✓ Desarrollar un boletín electrónico para facilitar el reuso de materiales y equipos.
- ✓ Anuncio de los artículos reusables a través de un intercambio comercial de residuos.
- ✓ Servilletas de tela, esponjas limpiadoras pueden lavarse una y otra vez.
- ✓ Buscar productos que se vendan en recipientes rellenables.
- ✓ Utilización de baterías recargables en lo posible o que tengan pocos materiales tóxicos.
- ✓ En los talleres, comprar aditivos, grasas, y otros productos en lo posible en los envases de mayor tamaño posible disponible y si fuera posible al granel.
- *Mantener y reparar los productos durables.*
- ✓ Si los productos son mantenidos y reparados apropiadamente entonces no tendrán que ser tirados o reemplazados frecuentemente. Aunque los productos durables cuestan más inicialmente, tienen un período de vida mayor que a largo plazo resultará en un ahorro de dinero.
- ✓ Se debe considerar equipos durables y con garantía. Aunque sean productos de fácil reparación. Registrar y verificar los reportes de



productos con mayor satisfacción de consumo y bajas tasas de daños.

También buscar productos que sean fácilmente reparados.

- ✓ Llantas de buena calidad y larga duración están disponibles para carros, bicicletas y otros vehículos. El uso de las mismas reduce la tasa a la cual son reemplazadas y desechadas. También para extender el período de vida útil de las llantas se debe chequear la presión una vez al mes, siguiendo las recomendaciones del fabricante, y rotar las llantas periódicamente. En suma, reencauchar y remanufacturar las llantas reduce los residuos de estas.
- ✓ Considerar utilizar luces fluorescentes en vez de las incandescentes. Estas durarán más lo que significa menos focos desechados y menos costo por remplazo, a largo plazo.
- *Reusar fundas, contenedores y otros artículos.*
- ✓ Reutilizar las bolsas de papel y plástico. Reutilizar sobre y papel.
- ✓ Usar ambos lados del papel para hacer anotaciones antes de reciclarlo.
- ✓ Ahorrar y reciclar cajas de regalo, lazos y pedazos largos de cinta y papel regalo o tisú. Ahorrar empaque, papel de colores, cajas de huevos y otro productos para reutilizarlos en artes o proyectos de artesanías, escuelas, etc.
- ✓ Precaución al reutilizar envases que contengan productos peligrosos.



8.5.5 SUGERENCIAS PRÁCTICAS RELACIONADAS CON EL REUSO Y RECICLAJE.

- *Prestar, rentar o compartir artículos usados frecuentemente*
 - ✓ Rentar o prestar componentes audiovisuales para ahorrar recursos y dinero.
 - ✓ Antes de votar herramientas viejas, equipos de cámara y otros artículos, preguntar a los amigos, vecinos o grupos comunitarios si los necesitan.
 - ✓ Compartir el periódico y revistas con los demás, extiende la vida de estas y reduce la generación de residuos de papel.
 - ✓ Antes de deshacernos de cámaras viejas, libros viejos, y otras cosas, averiguar a quienes podrían serle útiles.
 - ✓ Compartir el periódico y revistas con otros para extender el período de vida de estos artículos y reducir la cantidad de papel de residuos.

- *Vender o donar productos en vez de tirarlos o arrojarlos.*
 - ✓ La basura de uno es el tesoro de alguien más, en vez de botar ciertos artículos debemos tratar de venderlos o donarlos.

- *Escoger productos reciclables y contenedores y reciclarlos.*
 - ✓ Producir artículos de materiales reciclados, consume menos energía y conserva la materia prima de los materiales.



- ✓ Considerar los productos hechos de materiales reciclados en la localidad.
- ✓ Participar en programas comunitarios sobre reciclaje y recolección. Si no existen participar en el establecimiento de uno.
- ✓ Tomar las baterías de carro usadas, anticongelantes y aceite de motor en centros de servicio y otros que reciclan estos artículos.
- *Seleccionar productos hechos de materiales reciclables.*

Para que el reciclaje tenga éxito los materiales reciclables deben ser procesados a productos nuevos y esos productos ser comprados y utilizados.
- ✓ Buscar productos que sean hechos de materiales reciclados. Muchas botellas, latas, papel, bolsas, cajas de cereales y otros cartones y empaques son hechas de estos materiales.
- ✓ Usar los productos que contengan reciclados cada vez que se pueda.
- ✓ Alentar las agencias gubernamentales y locales, empresas locales y otras a comprar productos reciclados como papel, aceite refinado y llantas reencauchadas. El gobierno puede tener leyes que manden la compra de estas.



8.6 EDUCACIÓN E INFORMACIÓN.

Si no hay educación, los resultados al aplicar un programa de recolección de desechos, fracasan o tardan mucho en ser exitosos debido a la falta de colaboración resultado de esa falta de conocimiento.

Es por eso que cualquier intento por aplicar un programa de reciclaje, ahorro de recursos y reducción de residuos debe basarse en la información y conocimientos acerca de los mismos que se transmitan a los participantes (10). En la elaboración de esta tesis he considerado de vital importancia referirme a la fase de divulgación en términos amplios, mencionando prácticas y ejemplos que se pueden utilizar para transmitir la información a todos los integrantes de la obra.

8.6.1 DIVULGACIÓN EN LA OBRA

La divulgación del significado y actividades que comprende el programa de Manejo de Residuos es una fase muy importante para poder implantarlo de manera adecuada y exitosa en una comunidad o empresa.

8.6.2 OBJETIVOS DE LA EDUCACIÓN

Objetivos del Programa de Educación de los empleados (10):

- Comunicar la importancia de las Tres R's: Reducir, reusar y reciclar. Comunicando los conceptos claramente y las prioridades se obtienen buenos resultados.

- Permitir la interacción, dejando que las ideas para prevención de residuos salga de los mismos empleados.

La divulgación se puede realizar de dos formas:

- POR ÁREAS
- POR ACTIVIDADES O PROCESOS PRODUCTIVOS
- POR GRUPOS SIN DISTINCIÓN

Las medidas por áreas tiene que ver con la organización del trabajo, con la aplicación paulatina. Si se piensa difundir un programa entonces la difusión se puede realizar por áreas. Las encuestas se realizan a las áreas.

Las medidas a través del proceso productivo tiene que ver con los cambios que se van a realizar en los procesos, lo cual puede concernir a dos o más áreas a la vez.

8.6.3 PROGRAMAS

Los programas a implantarse serían los siguientes:

- “REDUCCIÓN DE RESIDUOS”
- “AHORRO DE RECURSOS Y ENERGÍA”
- “RECICLAJE”

La difusión se realiza a través de los siguientes medios:

1. Charlas y talleres
2. Carteleras

3. Red informática

Con las actividades se logra:

- Mejora de los procesos productivos
- Optimización de los recursos
- Reutilización y reciclaje
- Ahorro de energía
- Reuso
- Etc.

8.6.4 CANALES DE COMUNICACIÓN

Además de las actividades informativas o de divulgación es necesario mantener un contacto o canales de comunicación permanente con los trabajadores para el seguimiento de los objetivos.

Entre los mecanismos que se pueden implantar se encuentran (10):

Revistas --- Dirigidas a los empleados donde se publicaran los avances y logros del programa.

Boletines electrónicos e e-mail --- Uso del correo electrónico para compartir ideas relacionadas con los objetivos ambientales, para opinar; para preguntar sobre temas ambientales.

Correo inteligente --- Que serviría para que cualquier empleado pueda escribir sugiriendo nuevas ideas sobre mejoras ambientales, reducción,



reciclaje, ahorro de energía y recursos, mejoras u observaciones en los procesos que se llevan a cabo.

Realización de incentivos o premios como parte normal a través de los medios de comunicación que existen en la empresa cada vez que se pueda.

Eventos especiales --- Para reforzar e incrementar la atención hacia los asuntos ambientales:

“Hacemos de la conciencia ambiental una parte de los canales de comunicación (todas las veces) cada vez que podemos”

Bert Share, Manager of Pollution Prevention, Anheuser-Busch, Inc.

Semana Verde --- A ser realizada preferentemente en el día del mes de la tierra, comprende actividades diseñadas para aumentar los incentivos ambientales entre los empleados. Los eventos pueden incluir: concursos y demostraciones, exposiciones al aire libre de afiches, diseño de logotipo para la campaña ambiental, etc.

Videos --- Que expliquen la importancia de alcanzar los objetivos ambientales planteados, las tres R's, reducir, reutilizar y reciclar, etc.

Premios y reconocimiento --- A los empleados que destaquen en sugerencias u otras ideas o actividades se les publicará su nombre y se les dará un certificado en la nominación ganadora.

Iniciativas --- Llave para el éxito. Se involucra tempranamente a todos los colaboradores para planear las iniciativas en el programa, que contribuye al

éxito del mismo. Se explica las metas de la obra, porqué es importante alcanzarlas y porqué beneficia a todos.

La inversión en la educación de los empleados da beneficios grandes.

* *Anheuser-Busch*

Actividades de diversión ---- Mezclar los hechos con diversión. La realización de un festival en relación con el día de la Tierra, por ejemplo. Los empleados reciben regalos con logo de la empresa, así como flores y paquetes de semillas que promueven el programa. Los empleados aprenden acerca de tópicos ambientales así como los resultados y avances de sus prácticas y propios esfuerzos. Representantes de diversas organizaciones pueden poner quioscos y dar presentaciones acerca de cuan simple las actividades de ahorro de recursos y residuos pueden conservar grandes cantidades de recursos y ahorrar dinero

8.7 ALTERNATIVAS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS

La mejor alternativa para disponer los residuos tiene que satisfacer las siguientes demandas:

1. Reducción al máximo posible de todos los residuos.
2. Reutilización.
3. Reciclaje.

En las áreas del Campamento se debería realizar:

1. Compostaje de los residuos de comida.
2. Separación de grasas y aceites, con disposición por separado.
3. Reutilización de concreto, hormigones
4. Separación y Reciclaje de concreto y hormigones.

8.7.1 FACTIBILIDAD DEL PROCESAMIENTO Y RECICLAJE DE RESIDUOS DE C/D

Varios factores impactan la factibilidad del procesamiento y reciclaje de los residuos de C/D (8). Algunos de los más importantes incluyen:

a) La legislación, b) los mercados para los materiales reciclados, c) el costo de las alternativas para el manejo de los residuos y d) el costo de las instalaciones.

a) La legislación.

El nivel y tipo de manejo de los residuos sólidos en general depende de las reglas vigentes en el país y del nivel de cumplimiento de los mismos. Esta situación es especialmente importante en los países en vía de desarrollo.

b) Mercados para los materiales reciclados.

La existencia de mercados accesibles a los procesadores de residuos de C/D es sumamente importante para el desarrollo y el crecimiento de este sector. También es importante que los mercados reconozcan la calidad de los materiales recuperados de los desechos de C/D, de tal manera que los

precios de los insumos reciclados sean suficientemente competitivos con los de los materiales vírgenes.

c) Costo de alternativas para el manejo de los residuos.

El costo de las alternativas y los costos de la disposición final adquieren bastante importancia en la factibilidad de aplicar procesos de reciclaje de residuos de C/D. La tendencia, como en ciertas regiones de los Estados Unidos, ha sido que cuando el costo de las alternativas disponibles para la disposición en rellenos sanitarios aumenta, se incrementan los sistemas para procesar los residuos de C/D.

En varios lugares, especialmente en las grandes áreas metropolitanas de los países en vías de desarrollo, la generación de residuos de C/D es, aparentemente, bastante elevada. En estos lugares, se pueden utilizar los residuos de C/D de las obras como material para emplear en la construcción de caminos en los sitios donde se da la disposición final, para la cobertura de los residuos y para establecer áreas de descarga en los rellenos suficientemente sólidas para permitir la movilización de los vehículos de recolección durante la época de lluvias, también impacta la factibilidad de reciclar los materiales.

"...es importante que los mercados reconozcan la calidad de los materiales recuperados de los desechos de C&D, de tal manera que los precios de los insumos reciclados sean suficientemente competitivos con los de materiales



virgenes". Esto no se da en nuestro país actualmente por la falta de conocimiento e interés que todavía puede existir.

d) Costo de las instalaciones.

El costo de explotación de las instalaciones para el procesamiento de residuos de C/D está bastante ligado a la factibilidad del proceso de reciclaje. Generalmente sólo se implementan los procesos que son competitivos en términos de inversión de capital y costo de explotación y mantenimiento. Las estimaciones deben utilizar costos de mano de obra y de equipos específicos que sean representativos de las condiciones de los países como el nuestro.

Conclusiones

El reciclaje de residuos de C/D está ganando notoriedad e importancia en varios lugares del mundo. Debido a que los residuos de C/D constituyen hasta el treinta por ciento de los desechos sólidos municipales, y ya que la mayor parte de estos residuos son reciclables, el reciclaje de materiales puede constituir un componentes significativos de un sistema para reducir la cantidad de desechos que se descartan en rellenos sanitarios.

Un elemento clave de un proyecto de demolición es la planificación para la recuperación de materiales.

CAPÍTULO 9

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES



9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En esta tesis hemos analizado el **Manejo de Residuos Sólidos** el cual comprende cinco etapas **Generación, Recolección, Transformación, Transporte y Disposición Final**, las cuales a **más** de poder ser aplicadas en una obra civil pueden implantarse en cualquier tipo de empresa. En este desarrollo hemos seguido **también** las jerarquias **para** el tratamiento de **los** residuos, provistas por la EPA, Agencia **para** la **protección** ambiental de **los** Estados Unidos, con la **prevención o reducción** en primer lugar, el reciclaje y **reutilización** en **segundo** lugar y la **transformación** en tercero. **Para** la **caracterización** se **utilizó** el **método** de cuarteo y se determino la **composición del flujo** de basura, y a partir de **ahí** se revisaron **las** diferentes alternativas de tratamiento.

Los siguientes son **las conclusiones más** importantes **del** estudio realizado:

- . La **implantación del Manejo de Residuos Sólidos** en la obra civil de Atahualpa, no adicionara **costos** al proyecto, al contrario **los beneficios económicos** y ambientales que **ocasionaría**, serun multiples **para** la zona donde esta se desarrolla.
- . La **reducción**, reciclaje y **reutilización** se identifican **como** las alternativas **más** factibles e inmediatas de implantarse **para** un tratamiento efectivo de **los** residuos que se **generan**.
- . El compostaje, **incineración** y relleno sanitario son alternativas **para** tratar **los** residuos al final **del flujo** y que por revestir mayor complejidad **podrían** ser



implementadas conjuntamente con el municipio de Santa Elena. Estos tratamientos podrían ser desarrollados **para** un largo **plazo** y **asi beneficiar** a la region.

- En este proyecto la mayor cantidad de residuos estuvo conformada por residuos **orgánicos** (comida, papel, carton) y de **construcción** (**madera, hormigón, hierro**) en **menor** cantidad.

Entre las recomendaciones **más** importantes sobre el **tema, están:**

- La **elección del** tratamiento a dar a **los** residuos, debe basarse y partir de las **mediciones** y **caracterización** de estos, **para lo cual existen** varias **formas** que se pueden elegir y realizar **según** las necesidades de **cada** proyecto.
- Los mercados u oportunidades **marcan** y dan un pauta de **los** materiales que podemos separar. Es importante estar bien informado, ya que **los** mercados son cambiantes.
- **Incorporación** de políticas de seguimiento y sanciones **más** agresivas **para** que las empresas privadas y **públicas** cumplan con las **exigencias** ambientales y se de a gran escala el **manejo** de **los** residuos.
- **Fomento** y **aplicación** de las leyes ambientales que **rigen** el **país**.
- **Identificación** de **los beneficios económicos** que **conlleva** el **manejo** adecuado de **los** Residuos **Sólidos**. Las evaluaciones deberían ir **más** alla **del** material recuperado y reciclado.



En **relación** a un **enfoque** general sobre el **tema residuos sólidos** podemos **decir** que actualmente **éste** no se reconoce **como** sector formal y por lo **tanto** no ha tenido el desarrollo ni el protagonismo necesarios. Si el sector residuos **sólidos** no se reconoce **como** sector ni tiene un desarrollo formal a nivel gubernamental, entonces menos **habrá** un desarrollo a nivel de las empresas privadas. Dentro de la mayoría de estas empresas **así como** dentro de **los** municipios **existen** limitaciones, falta de prioridades y **deficiencias** en el tratamiento de **los** residuos. Las empresas en raras o contadas ocasiones tienen políticas **para** la **recuperación**, **reducción** y reciclaje, y la mayoría de las **veces** se realiza de **manera** voluntaria.

A **pesar** de la existencia de una **legislación** ambiental en **relación** a **los** residuos **sólidos**, si no hay **regulación**, y seguimiento a estas leyes entonces **será** muy difícil que **sean** cumplidas. Existe deficiencia administrativa por parte **del** Estado **como** ente normativo y fiscalizador, y de **los** municipios locales **como** operadores. En algunos **casos** se desconoce la **legislación** por insuficiente **difusión** y en otros hay **legislación** avanzada pero **su** falta de **aplicación** las invalida. No se ha encontrado una fórmula regulatoria **para** obligar a **los** municipios, a las industrias privadas y **sectores públicos**, a cumplir con ciertas **normas** de tipo ambiental y **financiero**. Las políticas **para reducir** la **generación** de residuos (municipales, especiales y peligrosos) aun no han dado resultados; y la **reducción** de la peligrosidad de **los** residuos en la **fuentes**, mediante **procesos** productivos **más** limpios, es aun **incipiente**.



Actualmente los organismos internacionales de prestamo **están** exigiendo la **presentación** de planes de **manejo** ambiental de las obras que ellos **financian**, **para** que el proyecto se **realice** o continúe, lo que debería ser un motivo de **preocupación para** analizar el **tema**, **pero** actualmente en la **práctica** no se aplican los estudios.

Para lograr un desarrollo sostenible, se requiere **incrementar** la **recuperación**, reuso y reciclaje, **campos** en el cual hay **algún avance** aunque **lento**, en nuestra ciudad. **Pero** lo principal **para** prevenir los **impactos** negativos al ambiente es mejorar el **manejo** de los residuos sólidos municipales y **específicamente** la **disposición** final de estos, siendo los residuos de **construcción** y **demolición** uno de los **mayores componentes** por su volumen.

La **participación** comunitaria en el **manejo** de los residuos sólidos es **débil** porque se considera que **el problema** compete únicamente a las municipalidades, consecuentemente, la actitud **respecto al pago del servicio** es negativa.

Finalmente, mientras la **desocupación** sea elevada y la extrema pobreza se mantenga, **habrá** segregadores de residuos sólidos y **será** necesario mitigar este **problema** social, apoyando la **organización** y el desarrollo de ellos, a **través de cooperativas** o microempresas.

Los residuos siempre **existirán**, no **existen** soluciones **totales para** ellos, por eso deberíamos utilizar todos los **medios** a nuestro alcance y analizar las alternativas posibles **para** lograr impactar menos al medio ambiente y a la salud **humana**.

APÉNDICE

APÉNDICE A

LEGISLACIÓN DE RESIDUOS EN ECUADOR

a) LEYES EXISTENTES

Las Leyes sobre los ***Desechos Sólidos en el Ecuador*** se contemplan en las leyes relacionadas con la **contaminación**. Estas leyes con emitidas por distintos organismos entre los que se encuentran: Ex-Comision Asesora Ambiental (CAAM); Ministerio de salud (Ley de **prevención** y control de la **contaminación** ambiental), Convenio de Basilea, etc.

I) El estado protege el derecho de la **población** a vivir a un medio ambiente sano y **ecológicamente** equilibrado.. . (**Constitución Política**).

II) Sin perjuicio de los derechos de los ofendidos y los perjudicados, cualquier persona natural o **jurídica** podra ejercer las acciones contempladas en la ley, para l a **protección**del Medio Ambiente.(**Constitución Política**).

III) **Ninguna** persona podra eliminar hacia el **aire, suelo** y las aguas, los residuos **sólidos**, liquidos o gaseosos, sin previo tratamiento que los convierta en inofensivos par-a la salud. (**Art. 12 del Código de Salud**).

IV) **Queda** prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes **normas** tecnicas y regulaciones, cualquier tipo de **contaminantes** que pueda alterar la calidad **del suelo** y afectar a la salud **humana**, la flora, la fauna, los

recursos naturales y otros bienes. (**Art.20 de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación**).

V) El Ministerio de **salud regulará la disposición** de desechos provenientes de **productos** industriales que por su **naturaleza**, no sean biodegradables, tales como **plásticos**, vidrios, aluminio y otros. (**Art. 25 de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental**).

b) ORGANISMOS INVOLUCRADOS

i) LAS AUTORIDADES OBLIGADAS A RECIBIR Y TRAMITAR LOS RECLAMOS.

- *AUTORIDADES ADMINISTRATIVAS*

- Comisario de Salud o Direcciones **Provinciales** de Salud.
- Subsecretario de Medio Ambiente **del** Ministerio de Energía Y Minas.
- Subsecretario de Saneamiento Ambiental **del** MIDUVI.
 - Corporaciones Regionales de Desarrollo.
 - Director de **Conservación** de Suelos **del** MAG.
 - Director General de Desarrollo **Marítimo**.
 - Servicio Ecuatoriano de Sanidad **Agrícola** (SESA) del MAG.

TRIBUNAL DISTRITAL DE LO CONTENCIOSO

ADMINISTRATIVO

AUTORIDADES MUNICIPALES.

- **Dirección** Municipal de Medio Ambiente.
- Comisario Municipal.

AUTORIDADES JUDICIALES.

- Jueces de lo Civil - Sanciones pecuniarias.
- Jueces de lo Penal - Sanciones **Penales**.

TRIBUNAL DE GARANTÍAS CONSTITUCIONALES.

- *COMISARIO DE SALUD Y DIRECCIONES PROVINCIALES DE SALUD*
- *COMISARIO MUNICIPAL*
- *SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE DEL MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS*

TRIBUNAL DISTRITAL DE LO CONTENCIOSO

ADMINISTRATIVO

- *JUEZ DE LO CIVIL*
- *JUEZ DE LO PENAL*

TRIBUNAL DE GARANTIAS CONSTITUCIONALES

“Todos **los** ciudadanos en forma individual o colectiva, pueden exigir sus derechos ante la ley y demandar sanciones o reparaciones cuando han **sufrido daños por contaminación**”

c) MARCO JURÍDICO

i) Código de la Salud

Decreto Supremo 188 **del** 4 de Febrero de 1971, publicado en el Registro Oficial No. 158 **del** 8 de Febrero de 1971.

Ver artículos Nos. 31 al 36, en referencia al **Manejo** de Residuos **Sólidos**.

Ver artículos Nos. 29, 30, 37 al 43 y 233, **respecto** al **Manejo** de Residuos **Sólidos**.

ii) Ley de Régimen Municipal

Codificada y publicada en suplemento al Registro Oficial No. 331 **del** 15 de Octubre de 1971.

Ver artículos 163, literales 1, en referencia al **manejo** de basura y los artículos 397 y 398 y 174, 194, 195, 196.

iii) Ley **para** la **Prevención** y Control de la **Contaminación** Ambiental.

Decreto Supremo 374, 21 de Mayo de 1976, Publicado en el Registro Oficial No. 57 **del** 31 de Mayo de 1976.

Ver artículos Nos. 21 y 23, **respecto** a desechos **sólidos** en general.

Ver artículos Nos. 15, 24 y 25 en referencia al control de desechos industriales.

iv) Reglamento **para** la **Prevención** y Control de la **Contaminación** Ambiental **para** el **Manejo** de Residuos **Sólidos**.

Acuerdo ministerial 14630, publicado en el Registro Oficial No. 991, **del** 3 de Agosto de 1992.

v) Reglamento **para** la **Prevención** y Control de la **Contaminación** Ambiental que establece **Normas** de Calidad **del Aire** y Metodos de Medicion.

Acuerdo ministerial 11338-A publicado en el Registro Oficial No. 727, **del** 15 de Julio de 1992.

vi) Reglamento **para** la **Prevención** y Control de la **Contaminación** Ambiental en lo Referente al **Recurso Suelo**.

Acuerdo ministerial 14629, publicado en el Registro Oficial No. 989, **del** 30 de Junio de 1992.

d) LAS OBLIGACIONES MUNICIPALES

La recolección y **disposición** final de la basura es un servicio **público**, que forma parte de **las** responsabilidades que la Ley asigna a **las** municipalidades.

El que sea una **obligación** municipal no impide que puedan tener un tratamiento especial dentro de las empresas o industrias de la ciudad, y en especial debido al volumen, **generado** por **éstas**.

Muchas empresas **están** optando por separar sus residuos y donarlos a las empresas encargadas de recolectarlos, otras **mandan** sus residuos al Relleno Sanitario de Las Iguanas de Guayaquil.

En la Península de Santa Elena **le corresponde** al M.I. Municipio de Santa Elena controlar la **generación** y **disposición** final de **los** residuos.

APÉNDICE B
DIMENSIONES DE TACHO RECOLECTOR DE BASURA

Dimensiones

Base Mayor = 365 cm
Base Menor = 194 cm
alto 1 = 82 cm
alto 2 = 104 cm
Fondo = 165 cm

Volumen de tachó recolector:

3,781,635 cm³

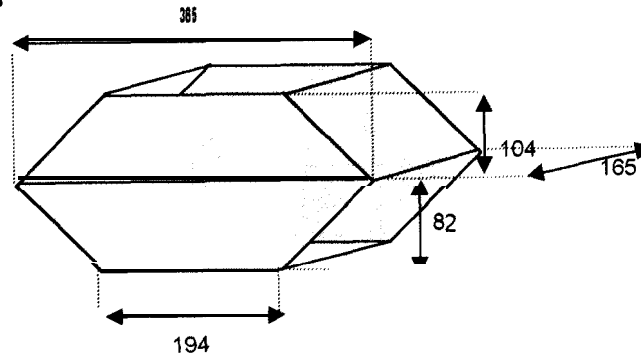
1m =100cm

1cm =0.01m

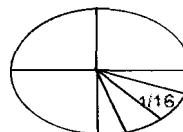
1cm³ =(0.01)^{exp 3} m³

0.000001 m³

3.78 m³



APÉNDICE C
MÉTODO DE CUARTEO



1. Basura de Campamento Atahualpa

Peso de 1/16 de basura= 8.8 libms
4.00 kilogramos

Basur

Día	composición encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
Lunes 21 de Septiembre	Papel picado en tins	15	19
	Botellas plásticas	13	16
	Fundas plásticas	13	16
	Papel carbon	10	13
	Tarrinas	9	11
	Papel higiénico	6	8
	Vasos Plásticos	5	6
	Funda con limones. cáscaras	1	1
	Trapos	3	4
	Pedazos de espuma flex	2	3
	Palos	1	1
	Coliflor entem	1	1
	Filtro mediano	1	1
	80	100	

8 Lbs. de cartón en toda la basura

2. Basura de comedor + carpas

Hora llegada: 5:30 p.m

Peso de 1116 de basura= 30.8
14.00 kilogramos

Día	composición encontrada en 1:16	cantidad	Porcentaje %
Lunes 21 de Septiembre	Fundas plásticas	28	42
	Tarrinas plásticas	7	11
	Pedazos de palos	12	18
	Fmscos de aji	4	6
	Cuchams plásticas	4	6
	Sandias	4	6
	Melon	1	2
	Tomate	1	2
	Trapos	1	2
	Caja de palillos	1	2
	Separador, cubo	1	2
	Mascarilla	1	2
	Pedazo de carton	1	2
		66	100

3. Campamento

Hora llegada:

Peso de 1116 de basura= 24 libms
10.91 kilogramos

Día	composición encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
Martes 22 de Septiembre	Filtros	3	13
	Tapas	8	35
	Fundas	7	30
	Fierro	2	9
	Piedms	0	0
	Tarrina	3	13
		23	100

Varios

Hora llegada: p.m

Peso de 1116 de basura= 23

10.45 kilogramos

Día	composición encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
Miércoles 23 de Septiembre	Fundas plásticas	10	45
	Tarrinas plásticas	5	23
	Pedazo de fierro	3	14
	Filtro	1	5
	Tapas	3	14
	papel	x	x
		22	100

5. Comedor

Hora llegada: p.m

Peso de 1116 de basura= 41 libras

18.64 kilogramos

Día	composición encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
Miércoles 23 de Septiembre	Cáscara de verde	8	47
	Tarrinas plásticas	6	35
	Pedazo de cartón	3	18
	Cáscara de piña	0	0
	Cáscara de melón	0	0
	Cáscara de sandía		
	Cáscara de papa		
	17	100	

6. Comedor

Hora llegada: p.m

Peso de 1/16 de basura= 40 libras

18.18 kilogramos

Día	composición encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
Sábado 26 de Septiembre	hueso		
	Vasos	8	28
	Tarrinas	10	34
	Tapas	6	21
	Fundas	3	10
	Pedazo de cartones	2	7
	Cáscara de Verde	0	0
	Cáscara de aguacate	0	0
	piñas	3	10
	mitad de una sandía		
		29	100

7. Comedor

Hora llegada: p.m

Peso de 1/16 de basura=

50

libras

Día	composición encontrada en 1/36	cantidad	Porcentaje %
Lunes 28 de Septiembre	Tapas	4	14
	Fundas	10	34
	Funda de arroz	1	3
	Cascara de maduro	3	10
	Tarrinas plásticas	8	28
	Pedazo de cartón	1	3
	Cáscara de piña	1	3
	Cáscara de melón	1	3
	Cáscara de sandía	1	3
	Cáscara de col	1	3
	Cascara de maracuyá	1	3
	alambre	1	3
	tierra	1	3
	palo	1	3
		29	100

Varios

Hora llegada: p.m

Peso de 1/16 de basura=

40

libras

Día	composición encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
Lunes 28 de Septiembre	Tapas	8	33
	Fundas	10	42
	Filtros grandes	3	13
	alambre	0	0
	Fierro	0	0
	Botellitas de gaseosa	0	0
	huesos	0	0
	Tarrina	3	13
	cascara de sandía		
	24	100	

9. Comida

Hora llegada: p.m

Peso de 1/16 de basura=

30

libras

Día	composición encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
Mates 29 de Septiembre	Cáscara de sandía	1	8
	Cáscara de piña	1	8
	Funda de cascara de huevos	1	8
	Funda de masa de harina	1	8
	Botellitas de gaseosa	8	82
	huesos	1	8
	13	100	

10. Comida

Hora llegada: p.m

Peso de 1116 de basura= 35 libras

Dia	composición encontrada en 1 /16	cantidad	Porcentaje %
Miérc. 30 de Septiembre	Vasos	10	42
	Tarrinas	5	21
	Cáscara de cebolla	1	4
	Frasco de botella de salsa de tomate	2	8
	Frasco de botella de aji	5	21
	Cáscara de yuca	1	4
	Cáscaras de verde	1	4
	Cáscara de huevos	1	4
	Hojas de choclo	1	4
		24	100

11. Comida

Hora llegada: p.m

Peso de 1116 de basura= 30 libras

Dia	composicidn encontrada en 11? 6	cantidad	Porcentaje %
Jueves 1 de Octubre	Vasos plásticos	15	43
	Tarrinas	2	6
	Tapas plásticas	10	29
	Sacos	3	9
	Tarro de salsa	1	3
	Frasco	3	9
	Cáscaras de verde	1	3
		35	100

12. Comida

Hora llegada: p.m

Peso de 1116 de basura= 45 libras

Dia	composicidn encontrada en 1/ 16	cantidad	Porcentaje %
Jueves 1 de Octubre tarde	Fundas de leche	16	73
	Funda de panes	1	5
	pedras	1	5
	palos	1	5
	piijas dañadas	2	9
	alambre	1	5
		22	100

13. Comida

Hora llegada: p.m

Peso de 1/16 de basura= 43 libras\

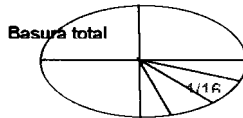
Dia	composicidn encontrada en 1/ 16	cantidad	Porcentaje %
Lun 5 de Octubre	Botellitas gaseosas	15	32
	Manzanas dañadas	10	21
	Fundas	3	6
	Sacos	2	4
	Tarrinas	5	11
	Cartón	1	2
	Funda de arms de desperdicio	1	2
	Yuca	10	21
		47	100

14. Comida y varios

Hora llegada: p.m

Peso de 1/16 de basura= **40** libras
18.18 kilogramos

Dia	composición encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
Martes 6 de Octubre	Botellitas gaseosas	17	12
	Fundas	90	63
	Vasos	11	8
	Cabezas de piña	8	6
	Tarrinas	2	1
	Empaques de cartón de mamas	3	2
	Envase de jugo	1	1
	Toner de imprasora	1	1
	Caja de cartón	1	1
	Pedazos de cartón	2	1
	Sacos	2	1
	Cáscaras de 2 sandias	2	1
	periódico	1	1
	Cáscara de cebolla	1	1
	Funda de sal	1	1
	Hojas de lechuga	1	1
Hueso	1	1	
	144	100	



15. Comida y varios

Hora llegada: p.m

Peso de 1/16 de basura= **45** libras
20.45 kilogramos

Dia	composición encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
martes			
cáscaras de de Octubre	n d i a	0	0
	fierros	4	22
	tarrinas con tapas	10	56
	pedazos de palos	3	17
	filtro grande	1	6
	cáscara de piña	0	0
		18	100

16. Varios

Hora llegada: p.m

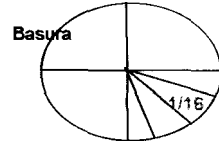
Peso de 1/16 de basura= **50** libras
22.73 kilogramos

Dia	composición encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
martes			
6 de Octubre	cartón	1	20
	bicque	1	20
	palo	1	20
	pedras	1	20
		1	20
		5	100

17. Comida

Hora llegada: p.m

Peso de 1116 de basura= 40 libras



Dia	composición encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
miércoles 7 de Octubre	casara de cebolla	1	4
	funda de desperdicios de huesos de gallina	1	4
	funda de p-spas de melón	2	8
	casara de madum	1	4
	tarm de salsa de tomate	1	4
	frasco de aji	5	19
	botellita de soda	5	19
	cartones	2	6
	sacos	2	8
	pedazos de yuca	5	19
	funda de tomates dañados	1	4
		26	100

18. Comida y varios

Hora llegada: p.m

Peso de 1/16 de basura= 49 libras

Dia	composición encontrada en ? /16	cantidad	Porcentaje%
jueves de Octubre	melones dafiados	3	14
	manzanas dañadas	1	5
	palos	4	18
	filtro	2	9
	casara de cebolla	1	5
	sunchos	1	5
	casara de sandia	1	5
	cartón	1	5
	botellita de aji	3	14
	fierros	5	23
		22	100

19. Comida y varios

Hora llegada: p.m

Peso de 1/16 de basura= 42 libras

Dia	composición encontrada en 1 /16	cantidad	Porcentaje %
viernes 10 de Octubre	frejoles	1	2
	vasos de vidrio	5	9
	mazorcas de choclo	10	18
	funda de arroz	1	2
	cáscara de maracuyá	1	2
	fundas	20	36
	vasos de plástico	10	18
	filtros	2	4
	tarrinas	5	9
		55	100

20. Comida y varios

Hora llegada: p.m

Peso de 1116 de basura= 40 libras

16.16 kilogramos

Día	composición encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
lunes			
13 de Octub	cáscara de cebolla	f	2
	desperdicios de arroz	f	2
	vasos plásticos	10	24
	botellita de soda	10	24
	tarrinas	8	19
	taps plásticas	10	24
	cáscaras de nabo	f	2
	masa d e harina	1	2
		42	100

21. Comida

Hora llegada: p.m

Peso de 1/16 de basura= 30 libras

13.64 kilogramos

Día	composición encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
lunes			
13 de Octubre	cáscara de cebolla	f	2
	desperdicios de arroz	f	2
	vasos plásticos	10	24
	botellita de soda	10	24
	tarrinas	8	19
	taps plásticas	10	24
	cáscaras de nabo	f	2
	masa de harina	1	2
		42	100

22. Comida

Hora llegada: p.m

Peso de 1/16 de basura= 30

13.64 kilogramos

Día	composición encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
lunes			
13 de Octubr	cáscara de piña	4	8
	botellita de soda	20	38
	Msos plásticos	15	28
	tarrinas	10	19
	arroz	1	2
	pedazos de cartón	3	6
		53	100

23. varios

Hora llegada: p.m

Peso de 1116 de basura= 50 libras

22.7 kilogramos

Día	composicidn encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
mattes			
14 de Octub	palos	5	18
	fierros	10	36
	alambre	f	4
	latas	f	4
	par de botas	f	4
	piedras	10	36
		28	100

24. Comedor

Hora llegada: p.m

Peso de 1116 de basura=

35

libras

Día	composicidn encontrada en 1 /16	c a n t i d a d	Porcentaje %
martes			
14	de Octubre		
	cáscara de cebolla	1	14
	fundas de pan	1	14
	funda de masa de harina	1	14
	tomates	1	14
	cartones	1	14
	papel picado	1	14
	1 arroz\	1	14
		7	100

25. Comedor

Hora llegada: p.m

Peso de 1116 de basura=

40

Día	composicidn encontrada en 1 /16	cantidad	Porcentaje %
miércoles			
15	de Octubre		
	tarrinas	8	13
	fundas	31	52
	funda de arroz	f	2
	botellas de gaseosa	10	17
	vasos plásticos	7	12
	cartones	3	5
		60	100

26. Comida y varios

Hora llegada: p.m

Peso de 1116 de basura=

50

libras

Día	composicidn encontrada en 1 ii 6	cantidad	Porcentaje %
miércoles			
15	de Octubre		
	madera	f	3
	papel	f	3
	tarrina	10	31
	botella de gaseosa	5	16
	tapas de taninas	15	47
		32	100

27. Comedor+varios

Hora llegada: p.m

Peso de 1/16 de basura= **45** **libras**
 20.45 kilogramos

Día	composicdn encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
miércoles			
<u>15</u> de Octubre	cáscara de verde	1	7
	cáscara de sandía	3	20
	funda de arroz	1	7
	funda con manzana	1	7
	funda de cáscara de limón	1	7
	filtro	4	27
	pedazo de fierro	3	20
	funda de hueso de pescado	1	1
		15	100

28. Comedor

Hora llegada: p.m

Peso de 1116 de basura= **35** **libras**
 15.91 kilogramos

Día	composición encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
jueves			
<u>16</u> de Octubre	cáscara de verde	1	2
	funda de arroz	1	2
	sacos	3	6
	pedazos de yuca	3	6
	frasco de aji	5	10
	hojas de lechuga	1	2
	funda de masa de harina	1	2
	pepino	3	6
	funda de cáscara de huevo	1	2
	fundas	30	61
		49	100

29. Comedor

Hora llegada: p.m

Peso de-1116 de basura= **45** **libras**
 20.45 kilogramos

Día	composición encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaie %
viernes			
<u>17</u> de Octu	guineo	1	2
	maduro	1	2
	tarrinas	10	19
	vasos	15	28
	cáscara de sandía	1	2
	cáscara de piña	1	2
	cáscara de melón	1	2
	funda de limón	1	2
	sacos	3	6
	fundas	20	37
		54	100

30. Campamento

Hora llegada: p.m

Peso de 1116 de basura= **40** libras

18.18 kilogramos

Día	composición encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
sábado			
18 de Octubre	tarrina	1	10
	alambre	1	10
	fierro	1	10
	palo	1	10
	papel	1	10
	plástico	1	10
	tapas plásticas	1	10
	vasos de vidrio	3	30
		10	100

31. Comedor

Hora llegada: p.m

Peso de 1/16 de basura= **42** libras

19.09 kilogramos

Día	composición encontrada en 1/16	cantidad	Porcentaje %
Lunes			
20 de Octub	zanahoria	10	10
	piñas	3	3
	funda de harina de masa	1	1
	fundas	20	21
	bolones	10	10
	sacos	5	5
	pedazos de yuca	8	8
	tarrinas	5	5
	MSOS	10	10
	tapas de tarrina	15	15
	1 papas	10	10
		97	100

APÉNDICE D

CONTENIDO DE NITRÓGENO Y RELACIONES C/N NOMINALES DE MATERIALES COMPOSTABLES SELECCIONADOS.

(base seca)

Material	Porcentaje N	Relación C/N
Residuos de procesamiento de comida		
<u>Residuos de frutas</u>	<u>1.52</u>	<u>34.8</u>
Residuos mezclados de mataderos	7.0-10.0	2
Pieles de patatas	1.5	25
Estiércoles		
Estiércol de vaca	1.7	18
Estiércol de caballo	2.3	25
Estiércol de cerdo	3.75	20
Estiércol de aves de corral	6.3	15
Fangos		
Fangos digeridos/actiidos	1.88	15.7
Fangos crudos/activados	5.6	6.3
Madera y paja		
<u>Residuos de aserraderos</u>	<u>0.13</u>	<u>170</u>
Paja de avena	1.05	48
Serrín	<u>0.1</u>	<u>200-500</u>
Paja de trigo	0.3	128
<u>Madera</u>	<u>0.07</u>	<u>723</u>
Papel		
<u>Papel mezclado</u>	<u>0.25</u>	<u>173</u>
<u>Papel periódico</u>	<u>0.05</u>	<u>983</u>
<u>Papel marrón</u>	<u>0.01</u>	<u>4490</u>
Residuos de jardín		
<u>Recortes de césped</u>	<u>2.15</u>	20.1
<u>Hojas (caídas recientemente)</u>	<u>0.5-1.0</u>	<u>40-80</u>
Biomasa		
Jacinto de agua	1.96	20.9
Hierba de bermuda	1.96	24

Fuente: Tchobanoglous

APÉNDICE E
DATOS DE LA FRACCIÓN BIODEGRADABLE DE RESIDUOS ORGÁNICOS SELECCIONADOS
BASADOS EN EL CONTENIDO DE LIGNINA

COMPONENTES	SÓLIDOS VOLÁTILES	CONTENIDO DE LIGNINA	FRACCIÓN BIODEGRADABLE
	Porcentaje del total de sólidos	Porcentaje de VS	
Residuos de comida	7-15	0.4	0.82
<i>Papel</i>			
Periódico	94	21.9	0.22
Papel de oficina	96.4	0.4	0.82
Cartón	94	12.9	0.47
Residuos de jardín	50-90	4.1	0.72

Fuente: Tchobenoglous - Vigil

Fmula: **BF= 0.83 - 0.028 LC**

contenido de humedad **óptimo para** el compostaje aerobio es de **50** al 60 por **100**

Si humedad cae debajo **del 40** por 100; la velocidad de fermentación disminuye

$$\begin{array}{rcll} \text{N} = & 0.18 \text{ kg (0.001)} = & -0.00040 & \text{kg} \\ \text{c} = & 0.18 \text{ kg (0.210)} = & -0.070 & \text{kg} \end{array}$$

b) Para -0.21 kg de papel + 1 kg de comida

$$\begin{array}{rcll} \text{Agua} = & 0.018 + 0.5 = & 0.548 & \text{kg} \\ \text{Materia seca} = & 0.053 + 0.005 = & 0.239 & \text{kg} \\ \text{N} = & 0.003 + 0.001 = & 0.006 & \text{kg} \\ \text{c} = & 0.863 + 0.21 = & 0.1 & \text{kg} \end{array}$$

c) Relación C/N:

$$\text{c/N} = \frac{0.1}{0.006} = 25$$

D) Contenido de humedad

$$\text{Humedad} = \frac{0.548 \text{ kg de}}{0.546 \text{ kg de agua} + 0.239 \text{ kg de materia seca}} = \frac{0.546}{0.785} \quad \mathbf{0.70}$$

Equivalente a un 70 % de humedad

APÉNDICE G

MEZCLA DE RESIDUOS PARA CONSEGUIR UNA RELACIÓN C/N ÓPTIMA

Los residuos serán mezclados así:

RESIDUOS	200-500 C/N	% * CONTENIDO de Humedad	% * CONTENIDO de Nitrógeno	AGUA
Residuos de comida	<u>34.8</u>	60	1.52	<u>0.5</u>
<i>Papel mezclado</i>	173	25	0.25	0.25
Residuos de hojas	20.1	50	2.15	
<i>Fangos (diger/activ)</i>	15.7	75	1.88	
Aserrín	<u>350</u>	40	<u>0.1</u>	<u>0.4</u>

1. Composición porcentual para los Residuos de comida y aserrín

a) Para 1 kg de residuos de comida

	1	kg	
Agua =	1 kg (0.5) =	0.6	kg
Materia seca =	1kg - 0.5 kg =	0.4	kg
N =	0.5 kg (0.0152) =	0.008	kg
C =	34.8 (0.008) =	0.212	kg

b) Para 1 kg de aserrín

	1	kg	
Agua =	1 kg (0.25) =	0.4	kg
Materia seca =	1kg - 0.25 kg =	0.6	kg
N =	0.75 kg (0.25)/100 =	0.001	kg
c =	173 (0.002) =	0.21	kg

2. Cantidad de papel que se va a añadir a 1 kg de residuos de comida para lograr una relación CM de 25:

$$CM = 25 = \frac{C \text{ en 1 kg de comida} + x (C \text{ en 1 kg de papel})}{N \text{ en 1 kg de comida} + x (N \text{ en 1 kg de papel})}$$

donde x = el peso de aserrín necesarios

$$25 = \frac{0.264 + x (0.324)}{0.008 + x (0.002)}$$

$$-0.064 \quad \cdot \quad 0.185$$

$$x = \frac{-0.31}{\text{ka de papel/ 1 ka de comida}}$$

3. Comprobación de la relación C/N y el contenido en humedad de la mezcla resultante

a) Para -0.31 kg de papel

	-0.31		
Agua =	0.18 kg (0.4) =	-0.122	kg
Materia seca =	0.18 kg (0.6) =	-0.183	kg
N =	0.18 kg (0.001) =	-0.00018	kg
c =	0.18 kg (0.210) =	-0.064	kg

b) Para -0.31 kg de papel + 1 kg de comida

Agua =	0.018 + 0.5 =	0.478	kg
Materia seca =	0.003 + 0.005 =	0.008	kg
c =	0.863 + 0.21 =	0.1	kg

c) Relación C/N:

$$C/N = \frac{0.1}{0.006} = 25$$

D) Contenido de humedad

$$\text{Humedad} = \frac{0.478 \text{ kg de agua}}{0.478 \text{ kg de agua} + 0.694 \text{ kg de materia seca}} = \frac{0.478}{0.894} = 0.69$$

Equivalente a un 69 % de humedad

APENDICE H

DATOS DE ENTRADA SISTEMA DE CONTENEDOR Y SISTEMA DE CAJA FIJA

1. Sistema de contenedor

a) Cantidad de residuos dudos:	VW=	37.26	m3/semana
b) Tamaño del contenedor:	C=	3.78	m3
c) Factor de utilización de contenedor:	f =	0.85	
d) Tiempo de toma de contenedor:	tc =	0.05	horas
e) Tiempo de descarga de contenedor:	dc =	0.033	horas
f) Constantes de tiempo de transporte:			tr = ax + b
g) Tiempo en el lugar de descarga:	ld =	0.05	horas/viaje
h) Costos indirectos	Cd=	521 \$/semana	valores justificados en apéndice J
i) Costos operacionales	co =	11.67 \$/semana	"

horas/km = a= 0,05
horas/viaje b= 0.024

2. Sistema de caja fija

a) Cantidad de residuos sdlidos:	VW=	37.26	m3/semana
b) Tamaño del contenedor:	C=	3.78	m3/localización
c) Factor de utilización de contenedor:	f =	0.85	
d) Capacidad del vehiculo de recolección:	v =	3.78	m3
e) Relación de compactación del vehiculo:	r =	1	
f) Tiempo de descarga de contenedor:		0.033	horas = 1.98 min
g) Constantes de tiempo de transporte:	tr=ax+ b		<u>a= 0,05 horas/viaje tanque</u> <u>b=0,024 horas/km</u>
h) Tiempo en el lugar de descarga:	0.05	horas/viaje	ld
i) Costos indirectos:	750	\$/semana	valor obtenido de un ejercicio
j) Costos operacionales:	20	\$/h de operación	"

	TM=	factor tiempo muerto -fracción	0.15
Dist. media entre localizaciones de contenedor	x=	150 metros	0.15 km
Tiempo para conducir entre contenedores (localizaciones que tuvieran contenedor)	cec= a'=	2,5 min	<u>0.042 horas - contenedores</u>
Tiempo para conducir entre contenedores (localizaciones que tuvieran contenedor)	cec= b'=	3 min	<u>0.05 horas - caja fija</u>
Jornada de trabajo	H=	8 horas	

APÉNDICE I

CÁLCULO DE COMPARACIÓN ENTRE SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y CAJA FIJA

Aplicando las formulas:

1. Sistema de contenedor

a) Numero de viajes por semana

$$\begin{aligned}Nw &= Vw/cf \\Nw &= (37,26 \text{ m}^3 / \text{semana}) / (3.78 \text{ m}^3 / \text{viaje}) (0,85) \\NW &= 11.60 \text{ viajes/semana}\end{aligned}$$

b) Tiempo de toma medio para el sistema de contenedor transportado

$$\begin{aligned}TTsc &= tc + dc + cec = tc + dc + a' + b'x \\TTsc &= 0.05 + 0.033 + 0.042 + 0.05 * 0.15 \\TTsc &= 0.133 \text{ horas/viaje}\end{aligned}$$

c) Tiempo requerido por semana Tw, en función de la distancia de transporte de un viaje de ida y vuelta:

$$\begin{aligned}Tw &= Nw (TTsc + ld + a + bx) / [H (I-TM)] \\Tw &= 10,08 (0,133 + 0,05 + 0,05 + 0,024 * x) / (8 \text{ h/día} * (1 - 0,15)) \\Tw &= 10.08 (0.233 + 0.024*x) / 6.8 \\Tw &= 0,35 + 0,0355X \text{ días/semana}\end{aligned}$$

d) Costo semanal en función de la distancia de transporte de un viaje de ida y vuelta

$$\begin{aligned}\text{Costos operativos} &= (11.67 \text{ \$/h}) (8 \text{ h/día}) * [Tw] \text{ diaskemana} \\ \text{Coste operacional} &= (11.67 \text{ \$/hora}) (8 \text{ h/ día}) [(0,35 + 0,0355 X)] \text{ días/sem} \\ \text{Coste operacional} &= [32.67 + 5.19 X] \text{ \$/semana}\end{aligned}$$

2. Sistema de **caja** fija

a) Numero de contenedores vaciados por viaje

$$\begin{aligned}cv &= vr / cf \\Cv &= (12 \text{ m}^3/\text{viaje})(1) / (4,35 \text{ m}^3/\text{contenedor})(0,85) \\cv &= 3.25 \text{ contenedores/viaje}\end{aligned}$$

b) Tiempo de toma de cada contenedor

$$\begin{aligned}TTscf &= Cvt + (np - 1) cec \\TTscf &= Cvt + (np - 1) cec; \rightarrow (a' + b'X) \\TTscf &= (3,25 \text{ cont/viaje} * 0,05\text{h/contenedor}) + (4-1)*[(0,042) + (,05)*0,15] \\TTscf &= 0.16 + 0.15 \\TTscf &= 0.311 \text{ h/viaje}\end{aligned}$$

c) Numero de viajes requeridos por semana

$$\begin{aligned}Nw &= Vw / vr \\Nw &= (37.26 \text{ m}^3 / \text{semana}) / (12 \text{ m}^3/\text{viaje} * 1) \\NW &= 3.105 \text{ viajes/semana}\end{aligned}$$

d) Tiempo requerido por semana T_w , en función de la distancia de transporte de un viaje de ida y vuelta
 $T_w = \#$ entero de viajes realizados hasta el lugar donde se van a descargar los contenidos del vehículo de recolección.

Valor numérico de T_w se obtiene al redondear el valor de N_w hasta un valor entero.

$$T_w(\text{scs}) = [(N_w) TT_{scf} + t_w (l_d + a + b_x)] / [H (1 - TM)]$$

$$T_w(\text{scs}) = [(3,105) * 0,311 + (3,105 \text{ viajes/semana}) * [0,05 \text{ horas/viaje} + 0,05 \text{ horas / viaje} + 0,024 X] / (8 \text{ horas / día} * (1 - 0,15))$$

$$T_w(\text{scs}) = 0,19 + (0,011/\text{km}) X \text{ día / semana}$$

e) Costes semanales de operación en función de la distancia de transporte de un viaje de ida y vuelta.

$$\text{Costos operativos} = (20 \text{ \$/h}) (8 \text{ h/día}) * [T_w] \text{ días/semana}$$

$$\text{Costos operativos} = (20 \text{ \$/h}) * (8 \text{ h/día}) * [0,19 + (0,011/\text{km}) X] \text{ días/semana}$$

$$\text{Costos operativos} = [30.4 + 1.76 X] \text{ \$/semana}$$

3. Comparación de sistemas

a) Distancia máxima de transporte de ida y vuelta en la que el coste de los sistemas de contenedor se iguala a los costes de los sistemas de caja fija, igualando los costes totales de los dos sistemas y solucionando mediante x .

$$\begin{aligned} \$521 + \text{costos operativos contenedor} &= \$750 + \text{costos operativos caja fija} \\ \$521/\text{semana} + [32.67 + 5.18 X] \text{ \$/semana} &= \$750/\text{semana} + [30.4 + 1.76 X] \text{ \$/semana} \end{aligned}$$

$$17024.2 + 2698.78 x = 22800 + 1320 x$$

$$1398.78 x = 5775.8$$

$$x = \underline{4.13 \text{ Km}}$$

El costo del sistema de contenedor es menor que el de caja fija y los dos sistemas se igualan en costos a los 4.13 km. de recorrido.

APÉNDICE J
COSTOS DE RECOLECCIÓN EN EL CAMPAMENTO ATAHUALPA

	1200	H	Total \$ 17,315,1	Dólares	
DESCRIPCIÓN	INDICE	U N M	PRECIO	COSTO UNITARIO	
Chofer Vehículo pesado	1.250	H	1.1	1.375	100
Total del Elemento	1.250			1.380	9.61
Diesel	9	l	0.19	1.71	22.71
Aceite lubricante	0.3	l	1.04	0.312	4.14
Grasas	0.02	Kg.	1.8	0.036	0.48
Neumático 11311119'20	0.025	UN	149.57	3.74	49.67
PC Camión multi ban	1.7311	UN	1	1.7311	22.99
Total del Elemento				7.53	52.17
Alq. Camión multi ban	0.00625	Mes	603.58	3.77	100
Total del Elemento				3.77	26.14
Taller Central	0.3	H	5.8	1.74	100
Total del Elemento				1.74	12.06
			Total	14.42	\$/H

1.38 * 3 = 4.14 **Mano de Obra**
 7.53 + 4.14 = **11.67 \$ / h operación**

7.53 + 3.77 + 1.74 = 13.04
 13.04 * 8 = 104.31 \$ / día
 104.31 * 5 = **521 \$ / semana**

Costos indirectos 521 \$/semana

Costos operacionales 11.67 \$/ hora



APÉNDICE K



- Foto 1. - Camión recolector de residuos. Campamento Atahualpa.



- Foto 2.- Camión recolector sobre Báscula. Campamento de Atahualpa.



- Foto 3. - Residuos luego de haber sido depositados sobre el terreno en el botadero Municipal.



- Foto 4. - Separación de los residuos en fundas plásticas. Método de Cuarteo. Botadero Municipal.

- Foto 5. - Funda llena de residuos que se procederán a pesar.





▪ Foto 6. - Residuos del cuarteo realizado.



▪ Foto 7. - Toma de pesos, con balanza manual.



▪ Foto 8. - Toma de pesos de residuos provenientes de carpintería.



▪ Foto 9. - Central de Encofrados. Campamento Atahualpa.



▪ Foto 10. - Madera que sale del campamento como producto de residuo.



BIBLIOGRAFÍA

1. CEDEGÉ, **Situación climática** de la Península de Santa Elena.
2. ECOPROYEC, Plan de **Manejo Ambiental** de las Obras de Agua Potable y Alcantarillado de la Península de Santa Elena.
3. BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, BID, **Clasificación Ambiental** de Proyectos.
4. GEORGE TCHOBANOGLOUS, HILARY THEISEN Y SAMUEL A. VIGIL, **Gestión Integral de Residuos Sólidos**, editor Mc. Graw Hill, Barcelona 1994.
5. CALIFORNIA INTEGRATED WASTE MANAGEMENT BOARD, Establishing a Waste Reduction Program at Work, JANUARY 1996, *Manual de entrenamiento para la implantación de un Programa de reducción de residuos en el trabajo*, Trainer manual, **publicación #442-95-70**.
6. **NORMAS OFICIALES MEXICANAS**, Ministerio de Medio Ambiente de Mexico. **MANUAL DE RECICLAJE**, editor Mc. Graw Hill.
7. L.F DÍAZ, D.M. SAVAGE Y S.M. ORTELLADO “El Manejo de Residuos Sólidos de Construcción v Demolición”



8. GUIDO ACURIO ANTONIO ROSSIN, PAUL0 FERNANDO TEIXEIRA, FRANCISCO CEPEDA, Publicación conjunta del Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana de la Salud, “Diagnóstico de la situación del Manejo de Residuos Sólidos en America Latina y el Caribe”, Primera Edición: Julio de 1997 – No ENV97-107 del Banco Interamericano de Desarrollo, Segunda Edición: Septiembre de 1998 –Serie Ambiental No 18
9. EPA, Environmental Protection Agency , Selected Goals of WasteWise Partners, *Metas y logros de los socios de Waste Wise, una selección de actividades que las empresas socias de Waste Wise, implementan.*
10. EPA United States, Environmental Protection Agency, Documento de WasteWise: “Employee Education”. January 1996, EPA530-N-96-001.
11. FUNDACION NATURA, Manejo de Desechos Tóxicos, Domésticos y Comerciales en el Ecuador.
12. LEGISLACIÓN ECUATORIANA, Ley de Prevención y Control de la contaminación Ambiental, Residuos Sólidos.
13. BANCO DEL ESTADO, lineamientos para propuestas de Manejo de Desechos.



14. MUNICIPIO DE GUAYAQUIL, Normas utilizadas para la evaluación de residuos generados en la ciudad de Guayaquil.
15. ING. RICARDO PÉREZ Y DR. JOSÉ CAMPOS - MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE MEXICO, Consultores – Elaboraron las primeras Normas Mexicanas para la evaluación de residuos.
16. CALIFORNIA INTEGRATED WASTE MANAGEMENT BOARD, Iniciativas para la reducción y prevención de residuos sólidos en oficinas, fuente: páginas electrónicas.
17. EPA, Environmental Protection Agency and Emergency Response, Progress Report, *WasteWise, Reporte anual de los progresos de las empresas asociadas a Waste Wise*. EPA530-R-97-045, November 1997 , <http://www.epa.gov>
18. WASHTENAW COUNTY MICHIGAN, Waste reduction and recycling opportunities for construction and demolition debris, Fact sheet #5. 1826, Washtenaw County Department of Environment & Infrastructure Services, PUBLIC WORKS DIVISION P.O. Box 8645 Ann Arbor, MI 48107-8645. *Oportunidades para construcción y Reciclaje para materiales de construcción.*
19. EPA, Environmental Protection Agency, Facility Waste Assessment Response January 1994, EPA530-F-94-006. *Evaluación de residuos en una Instalación.*