

**DISEÑO Y FORMULACIÓN DE UN MODELO GENERAL PARA EL MANEJO
DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PARA LOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO
DE BOLÍVAR**

**MARÍA MARGARITA BANQUEZ BOSSA
JENNIFER IGLESIAS STAVE**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARTAGENA DE INDIAS, D.T.**

2000

**DISEÑO Y FORMULACIÓN DE UN MODELO GENERAL PARA EL MANEJO
DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PARA LOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO
DE BOLÍVAR**

MARÍA MARGARITA BANQUEZ BOSSA

JENNIFER IGLESIAS STAVE

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de
Ingenieras industriales**

**Directora
MARTHA CARRILLO LANDAZABAL
Ingeniera Industrial**

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CARTAGENA DE INDIAS, D.T.

2000

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las actividades realizadas por el hombre van asociadas con la generación de residuos. Actualmente la producción de estos es más acelerada tanto en volumen como en variedad, lo cual se traduce técnicamente en contaminación y por ende se constituye en un aspecto negativo al incidir en la disminución de la calidad de vida de las poblaciones.

El manejo inadecuado de los residuos sólidos, puede producir efectos desfavorables sobre la salud y el medio ambiente. El problema se complica cuando la mayoría de estos residuos son arrojados en basureros a cielo abierto, a fuentes de agua o son incinerados, prácticas realizadas comúnmente en pequeñas municipalidades en las que no hay sistemas de separación de residuos, los cuales se almacenan, recogen, transportan y disponen indiscriminadamente, reflejando un grave peligro para la salud de la comunidad en general y de las personas encargadas de su manejo por ser núcleo de vectores y enfermedades infectocontagiosas.

Se han desarrollado varias técnicas en cuanto al tratamiento de los residuos en los países industrializados pero son complicados y podrían estar fuera del alcance de pequeñas poblaciones por la carencia de recursos físicos y humanos.

Este proyecto tiene por finalidad aclarar el objetivo del análisis de los residuos sólidos y ofrecer un método sencillo para dicho análisis, de manera que facilite el conocimiento mínimo de la cantidad y características de la basura a manejar por los encargados del servicio de aseo en los municipios.

BIBLIOGRAFÍA

- JARAMILLO, Jorge. Residuos sólidos municipales. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Washington D.C. Editado por Francisco Cepeda, 1991.
- TCOBANOGLOUS, George. HILLARY, Theisen. VIGIL, Samuel A. Gestión integral de residuos sólidos. México: MG Graw Hill, 1996.volumen I y II.
- SCHRODER, Roger. Administración de operaciones. 3^a edición. México: MG Graw Hill, 1992, pág 215-240.
- PINEDA M., Samuel Ignacio. Manejo y disposición de residuos sólidos urbanos. México: Panamericana Formas e impresos, 1998.
- MÉXICO, DIRECCIÓN DE INGENIERÍA SANITARIA. Manual de saneamiento agua, vivienda y desechos. México: LIMUSA, 1982.
- UNDA OPAZO, Francisco. Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública. México D.F.: Grupo Noriega Editores, 1994.
- LOPEZ GARRIDO, Jaime y RODRÍGUEZ ACOSTA, Rolando. Eliminación de los residuos sólidos urbanos. Barcelona, España: Editores Técnicos Asociados S.A.
- Seminario Latinoamericano sobre Saneamiento Alternativo. Bogotá: Jean Jacques Guibbert, 1990.
- MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL. Manual - Guía Salud Ocupacional. Santa Fe de Bogotá: mayo 1991.

- Organización Panamericana de la Salud. Consideraciones sobre el manejo de los residuos de hospitales en América Latina. San Salvador, 1991.
- Documentos Internet: Cepis.org.pe.
- DECRETO NÚMERO 0605 del 27 de marzo de 1996.
- DECRETO NÚMERO 1753 del 3 de agosto de 1994.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN, BOLÍVAR. Anuario estadístico de Bolívar 1991. Departamento Administrativo de Planeación, 1993.
- UNIDAD DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. Plan de Desarrollo Departamental 1998 - 2000. UAPSB, 1998.
- SIERRA, Sofía y URIBE, Fernando. Diseño y valoración de un programa para el manejo de basuras en el municipio de San Estanislao de Kostka. Cartagena, 1998. Trabajo de grado. Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar. Facultad de Ingeniería Industrial.
- HERNÁNDEZ ESCAMILLA, Cesar y RHENALS CASTAÑO, Nelson. Diseño de un plan de gestión integral para el manejo de residuos sólidos en el municipio de Turbaco. Cartagena, 1999. Trabajo de grado. Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar. Facultad de Ingeniería Industrial.
- DÍAZ VERBEL, Jose Luis y HERNÁNDEZ ROJAS, Francisco. Diseño de un programa para el mejoramiento de los residuos sólidos en Sincé (Sucre). Cartagena, 1999. Trabajo de grado. Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar. Facultad de Ingeniería Industrial.
- BARRIOS HERNÁNDEZ, Alvaro y GONZÁLEZ GÓMEZ, Nelson. Diseño y formulación de un plan integral para el manejo de los residuos sólidos del

municipio de San Juan Nepomuceno. Cartagena, 1999. Trabajo de grado. Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar. Facultad de Ingeniería Industrial.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
PRIMERA PARTE	
1. ASPECTOS GENERALES DEL DEPARTAMENTO DE BOLIVAR	
3	
1.1 ASPECTOS GEOGRAFICOS Y CLIMATICOS DEL DEPARTAMENTO	3
1.1.1 Extensión	3
1.1.2 Limites	3
1.1.3 Coordenadas geográficas	
3	
1.1.4 Clima	3
1.1.5 Relieve	4
1.1.6 Hidrografía	6
1.2 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS	7
1.3 DIVISION ADMINISTRATIVA	9

1.4 SECTOR ECONÓMICO	10
1.4.1 Agricultura	10
1.4.2 Ganadería	10
1.4.3 Actividad Pesquera	
11	
1.5 SECTOR EDUCATIVO	11
	vi
1.6 SECTOR SALUD	12
1.7 INFRAESTRUCTURA VIAL	13
1.8 SERVICIOS PÚBLICOS	13
1.8.1 Acueducto	13
1.8.2 Alcantarillado	14
1.8.3 Servicio de Aseo	15
1.9 VIVIENDA	15
2. PROCESOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE BOLIVAR EN RELACIÓN CON EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS	17
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA GENERADO POR EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS	
17	
2.2 PROBLEMÁTICA DEL MAL MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS	20
3. CANTIDAD Y CALIDAD DE LOS RESIDUOS SOLIDOS PRODUCIDOS EN LOS MUNICIPIOS ANALIZADOS	29
3.1 PRODUCCION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS EN LOS	

MUNICIPIOS ANALIZADOS	29
3.1.1 Sector Residencial 29	
3.1.2 Sector Comercial	32
3.1.3 Sector Institucional 34	
3.1.4 Sector Industrial	35
3.1.5 Sector Vías y Áreas Públicas	36
3.2 CALIDAD DE LOS RESIDUOS SOLIDOS EN LOS MUNICIPIOS ANALIZADOS	38
vii	
3.3 PRODUCCION DE DESECHOS POR HABITANTE POR DÍA (PPH)	41
4. ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS	44
4.1 FACTORES CONSIDERADOS PARA LA SELECCIÓN DEL SITIO PARA LA UBICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO EN LOS MUNICIPIOS DE REFERENCIA	44
4.2 ANÁLISIS DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS A DISPONER EN EL RELLENO SANITARIO	46
4.3 ESPECIFICACIONES DE LAS DIMENSIONES DEL RELLENO SANITARIO PARA SU PRIMER AÑO DE VIDA ÚTIL	49
4.4 ANÁLISIS DE LA PROYECCIÓN DE LA CANTIDAD DE	

RESIDUOS GENERADOS PARA EL ULTIMO AÑO DE VIDA ÚTIL	50
4.5 ESPECIFICACIONES DE LAS DIMENSIONES DEL RELLENO SANITARIO EN SU ULTIMO AÑO DE VIDA ÚTIL	52
5. TIPOS Y DISEÑOS DE RELLENOS SANITARIOS EN MUNICIPIOS ANALIZADOS	53
5.1 DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO	54
5.2 PROGRAMAS DE MONITOREO	56
6. PLAN DE MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS EN LOS MUNICIPIOS ANALIZADOS	57
6.1 ALMACENAMIENTO	57
6.2 FORMAS DE PRESENTACIÓN DE LOS RESIDUOS SOLIDOS	59
6.3 EQUIPOS DE RECOLECCION DE BASURAS	61
6.4 FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN	63
6.5 PERSONAL REQUERIDO PARA LA RECOLECCION Y BARRIDO DE CALLES	64
viii	
6.6 TRATAMIENTO A LOS RESIDUOS HOSPITALARIOS	68
7. ANÁLISIS DE COSTOS EN LOS PROYECTOS PROPUESTOS PARA LOS MUNICIPIOS DE REFERENCIA	69
8. ANÁLISIS DE LAS VISITAS A LOS MUNICIPIOS DE REFERENCIA	72
8.1 VERIFICACION DE LOS ADELANTOS EN EL MANEJO DE LAS	

BASURAS EN LOS MUNICIPIOS DE REFERENCIA

72

8.2 PERFIL DE NECESIDADES PARA LA IMPLEMENTACION DE UN RELLENO SANITARIO COMO ALTERNATIVA DE DISPOSICIÓN FINAL	74
---	-----------

SEGUNDA PARTE

1. CANTIDAD Y CALIDAD DE LOS RESIDUOS SOLIDOS PRODUCIDOS	87
1.1 CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS	88
1.1.1 Según su fuente productora	88
1.1.2 Según su composición	89
1.2 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE BASURA GENERADA EN UN MUNICIPIO	90
1.2.1 Etapas de muestreo	91
1.2.1.1 Producción bajo muestreo	91
1.2.1.2 Determinación de las unidades de muestreo	91
1.2.1.3 Selección de la muestra	92
1.2.1.4 Tamaño de la muestra	92
1.2.2 Metodología del muestreo	93
1.2.3 Obtención y análisis de datos	94
1.2.3.1 Determinación de la composición física de la basura	95

1.2.3.2 Producción de los residuos sólidos

98

**2. EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA PARA LA
DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS EN LOS
MUNICIPIOS 102**

**2.1 PROCEDIMIENTOS APLICABLES A LAS BASURAS
(ALTERNATIVAS) 103**

2.1.1 Procesamientos mecánicos 103

2.1.2 Procesamientos térmicos

104

2.1.3 Procesamientos biológicos 105

**2.2 RELLENO SANITARIO COMO ALTERNATIVA PARA LA
DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS 107**

2.2.1 Definición de Relleno Sanitario

108

2.2.2 Objetivo del Relleno Sanitario 109

2.2.3 Ventajas del Relleno Sanitario 109

2.2.4 Desventajas del Relleno Sanitario 111

**2.2.5 Beneficios ecológicos, sanitarios y sociales de un
Relleno Sanitario 112**

2.2.6 Formas de operación de los Relleno Sanitario

114

2.2.6.1 Mecánica

114

2.2.6.2	Manual	114
2.2.7	Criterios para la ubicación del Relleno Sanitario	116
2.2.8	Metodología para la selección del sitio del Relleno Sanitario	118
2.2.8.1	Definición de factores	120
2.2.8.2	Evaluación de las alternativas	129
3.	SELECCIÓN Y DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO	132
	x	
3.1	TIPOS DE RELLENO SANITARIO	132
3.1.1	Relleno sanitario tipo área	132
3.1.2	Relleno sanitario tipo zanja o trinchera	136
3.1.3	Relleno sanitario tipo trinchera	142
3.2	SELECCIÓN DEL TIPO DE RELLENO SANITARIO	145
3.3	DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO	146
3.3.1	Diseño de celdas	146
3.3.1.1	Celda diaria	149

3.3.1.2	Celda interdiaria	
	152	
3.3.2	Material de cobertura	153
3.3.2.1	Objetivos del material de cobertura	
	153	
3.3.2.2	Calidad del material de cobertura	155
3.3.3	Levantamiento topográfico	158
3.3.4	Desmonte y limpieza del sitio escogido	
	160	
3.3.5	Construcción de las vías de acceso	162
3.3.6	Preparación de la zona de disposición de residuos	
	163	
3.3.7	Canalización de las aguas de escorrentía	163
3.3.8	Instalación del sistema de recubrimiento en el fondo del relleno	
	165	
3.3.9	Construcción del sistema de recogida de lixiviados	
	168	
3.3.10	Construcción del sistema de recogido del biogás	
	172	
3.3.11	Aislar el predio mediante la construcción de cercas vivas o artificiales	175
3.3.12	Vida útil del Relleno Sanitario	178

4. OPERACIÓN Y CONTROL DEL RELLENO SANITARIO MANUAL	180
4.1 OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO MANUAL	180
4.2 CONTROL DEL RELLENO SANITARIO	182
4.2.1 Control de insectos, roedores y gallinazos	182
4.2.2 Control de incendios	184
4.2.3 Control de lixiviados	185
4.2.4 Control de papeles y plásticos	186
4.2.5 Control de gases	186
4.2.6 Control de aguas	186
4.2.7 Control de aguas de escorrentía	
188	
4.2.8 Control de vías internas y de acceso	188
4.2.9 Control de construcción del Relleno	188
4.2.10 Control de manejo de residuos sólidos especiales	
189	
4.2.10.1 Animales muertos	189
4.2.10.2 Llantas, colchones y escombros	189
4.2.10.3 Residuos de mataderos y frigoríficos	190
4.2.10.4 Residuos de hospital	
190	

4.2.11 Medidas de seguridad y control	
190	
4.3 PLAN DE MONITOREO	192
4.3.1 Lixiviados	192
4.3.2 Gases	
193	
5. PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS PARA UN MUNICIPIO	
195	
xii	
5.1 ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS	195
5.1.1 Alternativas de almacenamiento	
196	
5.1.2 Tamaño de los recipientes de almacenamiento	198
5.1.3 Selección alternativa de almacenamiento	199
5.2 PRESENTACIÓN DE LOS RESIDUOS SOLIDOS	200
5.3 RECOLECCION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS	201
5.3.1 Descripción del proceso de recolección y transporte	
204	
5.3.2 Frecuencia de recolección	
205	
5.4 VEHÍCULOS DE RECOLECCION	208
5.4.1 Volquetas	208

5.4.2 Camiones especializados (con sistemas de arrastre y compactación)	209
5.4.3 Camión	211
5.4.4 Tractor agrícola con vagón	211
5.4.5 Características del vehículo recolector 213	
5.4.6 Selección del equipo	214
5.4.7 Cuadrillas	217
5.4.8 Horario de recolección	218
5.4.9 Diseño de los itinerarios de recolección 219	
5.4.9.1 Macro ruteo	220
5.4.9.2 Micro ruteo	222
5.4.10. Cobertura de recolección 225	
5.4.11. Rendimiento de la recolección 225	

5.5 Barrido de calles y áreas públicas 226	
5.5.1 Barrido Manual	226
5.5.2 Barrido Mecánico	227
5.5.3 Selección del tipo de barrido	227
5.5.3.1 Número de obreros	227

5.5.3.2	Preparación de rutas de barrido	228
5.5.4	Descripción del proceso de barrido y limpieza de vías y áreas públicas	229
5.6	MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS HOSPITALARIOS	229
5.6.1	Clasificación de los residuos sólidos hospitalarios	
	231	
5.6.1.1	Desechos comunes (Tipo A)	
	231	
5.6.1.2	Desechos potencialmente infecciosos (Tipo B)	
	232	
5.6.1.3	Desechos infecciosos (Tipo C)	232
5.6.1.4	Desechos orgánicos y/o biológicos (Tipo D)	232
5.6.1.5	Desechos especiales (Tipo E)	232
5.6.2	Almacenamiento de los residuos hospitalarios	
	233	
5.6.2.1	Almacenamiento inicial o primario	
	233	
5.6.2.2	Almacenamiento temporal o secundario	233
5.6.2.3	Almacenamiento final o terciario	233
5.6.2.4	Características de los recipientes	236
5.6.2.5	Condiciones del lugar de almacenamiento	
	238	

5.6.3	Recolección y disposición final	239
5.7	ADQUISICION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	241
	xiv	
6.	PROGRAMA DE RECICLAJE	267
6.1	APROVECHAMIENTO	268
6.1.1	Técnicas de aprovechamiento	269
6.1.1.1	Reutilización o reuso	269
6.1.1.2	Reciclaje	270
6.1.1.2.1	Razones para reciclar	270
6.1.1.2.2	Alternativas para el programa de reciclaje	270
6.1.1.2.3	Diseño del programa de reciclaje	274
6.1.1.2.4	Materiales a reciclar	274
6.1.1.2.4.1	Plástico	274
6.1.1.2.4.2	Papel y cartón	276
6.1.1.2.4.3	Vidrio	278
6.1.1.2.4.4	Envases de metal	280
6.1.1.2.5	Materiales no reciclables	283
6.1.1.2.5.1.1	El Brink	283
6.1.1.2.5.1.2	Pilas usadas	285

6.1.1.2.6	Materiales problemáticos (medicamentos, aceite de carro, algunos productos de limpieza y de bricolaje entre otros)	
		285
6.1.1.2.7	Investigación e identificación de mercados	
		285
6.1.1.2.7.1	Localización del mercado	
		286
6.1.1.2.8	Precios de venta	287
6.1.1.2.9	Proceso de reciclaje	288
6.1.1.2.10	Compostaje	291
		xv
6.1.1.2.10.1	Objetivos del compost	291
6.1.1.2.10.2	Formas de compostaje	292
6.1.1.2.10.3	Objetos a eliminar para el tratamiento del compost	
		292
6.1.1.2.10.4	Tratamiento mecánico	294
6.1.1.2.10.5	Tratamiento manual	296
6.1.1.2.10.6	Criterios de diseño para una planta de compostaje	
		300
6.2	EL CIUDADANO Y SUS COMUNIDADES	302
6.3	PROMOCION DEL PROGRAMA DE APOYO AL PROYECTO	304
6.3.1	Programa de orientación ciudadana	305

6.3.1.1	Introducción	305
6.3.1.2	Metas y objetivos	306
6.3.1.3	Información al público	
	307	
6.3.1.4	Programa específico	307
6.3.2	Intensidad del programa de apoyo	309
6.3.3	Lugares de promoción del programa de apoyo	
	309	
6.4	CONCLUSIONES DEL PROGRAMA DE APROVECHAMIENTO	310
7.	PLAN PARA ADMINISTRAR Y PONER EN MARCHA LA PROPUESTA	
	312	
7.1	ORGANIZACIÓN DE LA SECRETARIA DE SERVICIOS PUBLICOS (SECCION DE ASEO)	312
7.1.1	Estructura Organizacional	
	312	
7.1.2	Manual de Funciones	312
7.1.2.1	Requerimiento de Mano de Obra	356
7.2	HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	358
	xvi	
7.2.1	Clasificación de los factores de riesgo en el ambiente laboral	
	359	

7.2.1.1	Factores de riesgo biológicos	
	359	
7.2.1.2	Factores de riesgo mecánicos	361
7.2.1.3	Factores de riesgo físico – químicos	
	364	
7.2.1.4	Factores de riesgo eléctricos	
	364	
7.2.1.5	Factores de riesgo ergonómicos	366
7.2.1.6	Factores de riesgo psicosociales	368
7.2.1.7	Factores de riesgo locativos	
	370	
7.2.2	Medidas de prevención de accidentes de trabajo	372
7.2.2.1	Riesgo de incendio y explosión	372
7.2.2.1.1	Clases de incendio	374
7.2.2.1.2	Extinción de incendios	
	375	
7.2.2.1.3	Equipos contra incendio	378
7.2.2.1.3.1	Clasificación de los extintores	378
7.2.2.1.4	Ubicación de los extintores	379
7.2.2.2	Demarcación y señalización	
	380	
7.2.2.2.1	Señales preventivas	380

7.2.2.2.2	Señales informativas	381
7.2.2.3	Mantenimiento de equipos	381
7.2.2.4	Uso de los elementos de protección personal	382
7.2.2.5	Programa de aseo y limpieza	
	386	
7.2.2.6	Capacitación	387
7.2.3	Medicina preventiva y del trabajo	
	388	
xvii		
7.2.3.1	Primeros auxilios	390
7.3	REGLAMENTACION JURIDICA	391
7.3.1	Responsabilidades de los municipios	398
8.	INDICADORES Y COSTOS PARA LA GESTIÓN DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	400
8.1	COMO DEBEN SER LOS INDICADORES	
	402	
8.1.1	Producción total de basura	403
8.1.2	Eficiencia global del servicio	404
8.1.3	Eficiencia de la frecuencia de recolección	404
8.1.4	Cobertura	405
8.1.5	Rendimiento de los vehículos	406

8.1.6 Burocracia de la empresa	
407	
8.1.7 Rendimiento de recolectores	407
8.1.8 Rendimiento en disposición final	
408	
8.1.9 Rendimiento del barrido	408
8.1.10 Rendimiento del combustible	409
8.1.11 Ejecución presupuestal	409
8.1.12 Costo total por tonelada recogida	409
8.1.13 Costo de recolección	410
8.1.14 Costo de disposición final	
410	
8.1.15 Costo de barrido	410
8.1.16 Costo por habitante servido	411
8.1.17 Ingreso por tonelada recolectada	411
	xviii
8.2 INVERSIONES	412
8.2.1 Costo de inversión	
412	
8.3 COSTOS DE OPERACIÓN	416
8.4 COSTOS DE ADMINISTRACIÓN	419
8.5 INGRESOS	421

9. RECOMENDACIONES	424
10. CONCLUSIONES	427
BIBLIOGRAFIA	429
ANEXOS	431

	Pág.
Cuadro 1. Superficie del departamento de Bolívar para pisos térmicos.	4
Cuadro 2. Principales causas de mortalidad en el departamento De Bolívar.	13
Cuadro 3. Composición física de los residuos sólidos en el sector Residencial.	30
Cuadro 4. Composición física de los residuos sólidos en el sector Comercial.	32
Cuadro 5. Composición física de los residuos sólidos en el sector Institucional.	34
Cuadro 6. Composición física de los residuos sólidos en el sector Industrial.	35
Cuadro 7. Composición física de los residuos sólidos en el sector vías y áreas públicas.	37
Cuadro 8. Participación de materiales reciclables y no reciclables en el sector residencial.	39
Cuadro 9. Participación de materiales reciclables y no reciclables en el sector comercial.	39
Cuadro 10. Participación de materiales reciclables y no reciclables en el sector institucional.	40
Cuadro 11. Participación de materiales reciclables y no reciclables en vías y áreas públicas.	40
Cuadro 12. Participación de materiales reciclables y no reciclables en el sector industrial.	41

Cuadro 13. Producción por habitantes en los municipios de referencia.	41
Cuadro 14. Composición física de la basura en los diferentes sectores en los municipios de referencia.	42
Cuadro 15. Criterios de ubicación del relleno sanitario en los municipios de referencia.	45
Cuadro 16. Cantidad de residuos a disponer en primer año de vida útil del relleno sanitario.	47
Cuadro 17. Dimensiones del relleno sanitario en primer año de vida útil.	49
Cuadro 18. Cantidad de residuos sólidos a disponer en último año de vida útil del relleno sanitario.	51
Cuadro 19. Dimensiones del relleno sanitario en el último año de vida útil.	52
Cuadro 20. Tipo de relleno escogido en municipios analizados.	53
Cuadro 21. Características de diseño del relleno sanitario en los municipios analizados.	55
Cuadro 22. Tipos de recipientes de almacenamiento propuestos a los municipios analizados.	58
Cuadro 23. Tipo de presentación de basuras propuesta en municipios analizados.	60
Cuadro 24. Equipos de recolección propuestos en los municipios analizados.	61

Cuadro 25. Frecuencias de recolección propuestas en los municipios analizados.	63
Cuadro 26. Tipo de cuadrilla propuesta en los municipios de referencia.	65
Cuadro 27. Cuadrilla de barrido y limpieza propuesta en los municipios analizados.	66
xxi	
Cuadro 28. Horarios de recolección propuesto a los municipios de referencia.	67
Cuadro 29. Costos de inversión y administración propuestos en los municipios analizados.	69
Cuadro 30. Beneficio del relleno sanitario.	113
Cuadro 31. Selección de ubicación del relleno sanitario.	131
Cuadro 32. Selección tipo de relleno sanitario.	145
Cuadro 33. Tipos de material de cobertura.	156
Cuadro 34. Monitoreo de lixiviados.	193
Cuadro 35. Alternativas de almacenamiento de los residuos sólidos.	197
Cuadro 36. Horarios de recolección.	218
Cuadro 37. Ventajas y desventajas del aprovechamiento.	269
Cuadro 38. Empresas recicladoras en Cartagena.	287
Cuadro 39. Promedio de precios de venta de productos	

reciclables en Cartagena.

288

Cuadro 40. Factores de riesgo biológicos y métodos de control.

360

Cuadro 41. Factores de riesgo mecánicos y métodos de control.

361

Cuadro 42. Factores de riesgo físicos-químicos y métodos de control.

364

Cuadro 43. Factores de riesgo eléctricos y métodos de control.

366

Cuadro 44. Factores de riesgo ergonómicos y métodos de Control.

368

Cuadro 45. Factores de riesgo psicosociales y métodos de Control.

370

Cuadro 46. Factores de riesgo locativos y métodos de control.

372

xxii

Cuadro 47. Clases de incendios.

375

Cuadro 48. Métodos de extinción de incendios.

376

Cuadro 49. Tipos de extintores.

379

Cuadro 50. Elementos de protección personal.

383

Cuadro 51. Costo de estudios y diseños.	412
Cuadro 52. Costo de adquisición del terreno.	
413	
Cuadro 53. Costo de Preparación del terreno y obras complementarias.	414
Cuadro 54. Inversiones en equipos y herramientas.	
415	
Cuadro 55. Inversión en muebles y equipos de oficina.	416
Cuadro 56. Presupuesto mano de obra directa.	418
Cuadro 57. Prestaciones sociales.	418
Cuadro 58. Presupuesto mano de obra indirecta.	419
Cuadro 59. Costos generales de administración.	420
Cuadro 60. Costo generales de operación y mantenimiento.	420
Cuadro 61. Precio de venta de materiales recuperados.	421

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Arrojar basuras a cuerpos de agua.	
23	
Figura 2. Incineración de basuras en carreteras.	24
Figura 3. Arrojar basuras a lotes baldíos.	25
Figura 4. Composición física de la basura.	96
Figura 5. Relleno sanitario tipo área.	133
Figura 6. Operación relleno sanitario tipo área.	135
Figura 7. Relleno sanitario tipo zanja.	
137	
Figura 8. Operación relleno sanitario tipo zanja.	138
Figura 9. Relleno sanitario tipo rampa.	
143	
Figura 10. Operación relleno sanitario tipo rampa.	
144	
Figura 11. Construcción de celdas.	147
Figura 12. Extracción material de cobertura.	
154	

Figura 13. Levantamiento topográfico.

159

Figura 14. Desmonte y limpieza.

161

Figura 15. Preparación zona de disposición de residuos.

164

Figura 16. Canalización aguas de esorrentía.

166

Figura 17. Instalación del sistema de recubrimiento del fondo del relleno.

167

Figura 18. Drenaje del líquido lixiviado.

169

xxiv

Figura 19. Recogida lixiviado por terraza. 171

Figura 20. Piscinas de evaporación. 173

Figura 21. Geomembrana en piscinas.

174

Figura 22. Sistema de recogida del biogás. 176

Figura 23. Construcción del sistema de recogida del biogás. 177

Figura 24. Aislamiento del predio. 179

Figura 25. Operación relleno sanitario manual. 181

Figura 26. Presencia de gallinazos.	183
Figura 27. Control de plásticos y papeles.	187
Figura 28. Diagrama de recolección y transporte de los residuos sólidos.	206
Figura 29. Micro ruteo.	223
Figura 30. Diagrama de barrido y limpieza de vías y áreas públicas.	230
Figura 31. Bolsas de almacenamiento de residuos hospitalarios.	
234	
Figura 32. Almacenamiento inicial hospitalario.	235
Figura 33. Rótulos de residuos hospitalarios.	
240	
Figura 34. Tractor.	
245	
Figura 35. Biciclo.	247
Figura 36. Escoba.	
250	
Figura 37. Palas.	251
Figura 38. Rastrillo.	254
Figura 39. Pica.	255
Figura 40. Horquilla.	254
	Xxv
Figura 41. Carretilla.	258

Figura 42. Rodillo compactador.	
260	
Figura 43. Caneca estacionaria.	
262	
Figura 44. Unidad de almacenamiento.	
264	
Figura 45. Reciclaje en la fuente.	272
Figura 46. Reciclaje en sitio de disposición final.	273
Figura 47. Diagrama de operaciones de procesos de reciclaje.	
290	
Figura 48. Estructura organizacional empresa de aseo.	313
Figura 49. Grado de riesgo biológico.	
362	
Figura 50. Grado de riesgo mecánico.	
363	
Figura 51. Grado de riesgo físico-químico.	365
Figura 52. Grado de riesgo eléctrico.	367
Figura 53. Grado de riesgo ergonómico.	369
Figura 54. Grado de riesgo psicosocial.	
371	
Figura 55. Grado de riesgo locativo.	373
Figura 56. Casco.	384

Figura 57. Guantes.	384
Figura 58. Respiradores.	385
Figura 59. Gafas.	385

Xxvi

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Población del departamento de Bolívar.	7
Tabla 2. Requerimiento para fabricar una tonelada de papel.	277

RESUMEN

CONTENIDO: Este proyecto se dividió en dos partes:

I PARTE. Esta parte trata acerca de las practicas en cuanto al manejo de las basuras realizadas en los municipios de San Estanislao de Kostka, San Juan Nepomuceno, Sincé y Turbaco, al igual que las alternativas de disposición final de los residuos sólidos y demás componentes del servicio de aseo propuestos para estos municipios.

Consta de los siguientes capítulos:

1. Aspectos generales del departamento de Bolívar.
2. Procesos realizados en el departamento de Bolívar en relación con el manejo de los residuos sólidos.
3. Cantidad y calidad de los residuos sólidos producidos en los municipios analizados.
4. Alternativas para el manejo de los residuos sólidos.
5. Tipos y diseños de rellenos sanitarios en municipios analizados.
6. Plan para el manejo de los residuos sólidos en los municipios analizados.
7. Análisis de los costos en los proyectos propuestos par los municipios de referencia.

8. Análisis de las visitas a los municipios de referencia.

II PARTE. Modelo propuesto para los municipios del departamento de Bolívar .

Consta de los siguientes capítulos:

1. Cantidad y calidad de los residuos sólidos generados.
2. Evaluación y elección de alternativa para la disposición final de los residuos sólidos en los municipios.
3. Selección y diseño de un relleno sanitario.
4. Operación y control del relleno sanitario manual.
5. Plan de manejo integral de residuos sólidos para un municipio.
6. Aprovechamiento de los residuos sólidos.
7. Administración del servicio de aseo.
8. Costos del proyecto de manejo de residuos sólidos.

Resultados: Con este proyecto se obtuvo una guía técnica en el manejo de basuras para aquellos municipios que no posean programas referentes a este tema, o deseen mejorar los métodos de disposición realizados en ellos.

Por medio de esta guía se podrá escoger el método de disposición final que mas se adapte a las necesidades y capacidades técnicas y económicas del municipio, teniendo en cuenta las necesidades de mano de obra, de equipos, máquinas y herramientas y demás inversiones necesarias para llevar a cabo el proyecto.

1. ASPECTOS GENERALES DEL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR

1.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y CLIMÁTICOS DEL DEPARTAMENTO

1.1.1 Extensión. **La extensión del departamento de Bolívar es de 25.978 Km² que representan el 2.3% de la superficie total del país y el 19.6% de la correspondiente a la región Caribe.**

1.1.2 Límites. **El departamento de Bolívar limita al norte con el Mar Caribe, al sur con el departamento de Antioquía, por el oriente con los departamentos de Atlántico, Magdalena, Cesar y Santander y por el occidente con los departamentos de Antioquía, Córdoba y sucre.**

1.1.3 Coordenadas Geográficas. **Bolívar corresponde a los departamentos ubicados en la costa del Mar Caribe entre las coordenadas 7°01' y 10°48' de latitud norte y 73°45' y 75°43' de longitud al oeste de Greenwich.**

1.1.4 Clima. **Predomina un clima cálido con registros de temperatura que oscilan entre 26 °C y 30 °C y precipitaciones medias anuales que van desde los 1.000 mm hasta los 2.000 mm (ver cuadro 1).**

La zona se ve influenciada por los vientos alisios del noroeste que suavizan las altas temperaturas en épocas de sequía.

Cuadro 1. Superficie del departamento de Bolívar por pisos térmicos.

CLIMA	SUPERFICIE(KM ²)	TEMPERATURA	PRECIPITACIÓN
Cálido	24.126	26 °C - 30 °C	1.000 mm – 2.000 mm
Medio	1.852	18 °C - 24 °C	Anuales disminuye de sur a norte

Fuente. Anuario Estadístico de Bolívar 1991.

Hacia el norte se nota claramente la existencia de dos estaciones de pocas lluvias:

La principal de diciembre - abril y la secundaria (veranillo) en julio - agosto, septiembre - noviembre y mayo - junio corresponden a las estaciones húmedas (inviernos). Hacia el sur desaparece el veranillo y el régimen se simplifica: Una estación seca de diciembre - marzo o abril y una húmeda en el resto del año.

1.1.5 Relieve. **El territorio del departamento está caracterizado por tierras bajas, llanos cubiertos por pastizales o cultivados. Al sur del departamento se levanta la serranía de San Lucas, la única formación montañosa importante cuyo terreno aparece quebrado y está formado por las**

estribaciones de la cordillera central. Se trata de alturas que no superan lo 2.500 metros y cubiertas en su mayoría por selva.

En la zona central del departamento se encuentra la llamada depresión Momposina, constituida por la zona deprimida del bajo Magdalena, zona cenagosa y frecuentemente inundable; en tanto que en el extremo norte se observan algunas formaciones serranas, como las de San Jacinto y Santa Rosa, formadas por colinas poco elevadas.

En su composición geológica los suelos son en su mayoría del terciario superior y del cuaternario en las regiones planas que son las predominantes; mientras que la serranía de San Lucas está compuesta por rocas ígneas y metamorفísicas, a excepción de las colinas y las zonas más quebradas de las sierras del norte y del sur del departamento, los suelos son aptos para la actividad agropecuaria; sin embargo el desequilibrio natural de las precipitaciones hace que la agricultura no pueda aprovecharse de manera similar en todas las áreas; esos límites están impuestos por un exceso de lluvias en el sur, frente a la escasez en el norte.

El suelo del departamento de Bolívar se encuentra clasificado de la siguiente manera:

- **Suelos de cordillera: Corresponden a los suelos que se han desarrollado sobre la serranía de San Lucas. Son suelos de espesores variables, pero**

con altas limitaciones para su uso, principalmente debido a las fuertes pendientes; es recomendable su uso como reserva forestal.

- **Suelos de colinas y sabanas: Ocupan la zona norte del departamento. Son parcialmente aptos para actividades agropecuarias. La pendiente de los terrenos es una limitante para el uso agropecuario; además tienen pocas posibilidades de riego.**
- **Suelos inundables: Suelos de origen aluvial y/o lacustre. Sufren inundaciones periódicas y prolongadas. Son aptos para actividades agrícolas y ganaderas en forma estacional (época seca).**
- **Suelos aluviales no inundables: Son los mejores suelos de la región. Además tienen posibilidades de irrigación.**

1.1.6 Hidrografía. **Entre los ríos que bañan el departamento se encuentran el Magdalena que lo bordea de sur a norte en casi toda su extensión, y sus principales afluentes como el Cauca y el San Jorge; todos navegables y origen de muchas inundaciones que con frecuencia sufre éste departamento, también hace parte de su hidrografía el Canal del Dique, que comunica al río Magdalena con la Bahía de Cartagena, y los brazos de Loba, Mompós, Morales, Papayal, Quitasol y Simití y los caños de Chicagua,**

Guataca, Mono y Violo y numerosas ciénagas, destacándose la de Simití y la Raya.

1.2 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

La población del departamento de Bolívar según el censo de 1993 se estimó en 1'439.291 habitantes; proyectando una población total para el año 1999 de 1'930.626 habitantes distribuidos entre su capital y municipios. A continuación se presenta la participación de cada municipio en la población según el censo de 1993.

Tabla 1. Población del departamento de Bolívar.

DEPARTAMENTO Y MUNICIPIOS	POBLACIÓN	PARTICIPACIÓN %
Bolívar	1439291	
Cartagena	656632	45.62
Achí	27277	1.89
Arjona	41384	2.87
Barranco de Loba	18935	1.31
Calamar	20588	1.43
Córdoba	15476	1.07
El Carmen de Bolívar	62355	4.33
El Guamo	7987	0.55
Magangué	102155	7.09

Mahates	18412	1.27
Margarita	2118	0.14
María La Baja	36474	2.53
Mompós	38261	2.65
Morales	22227	1.54
Pinillos	32775	2.27
Rioviejo	26053	1.81
San Estanislao	14161	0.98
San Fernando	9207	0.63
San Jacinto	23992	1.66
San Juan Nepomuceno	31245	2.17
San Martín de Loba	29001	2.01
San Pablo	20965	1.45
Santa Catalina	18645	1.29
Santa Rosa	10842	0.75
Santa Rosa del Sur	21466	1.49
Simití	19063	1.32
Soplaviento	12327	0.85
Talaigua Nuevo	21446	1.49
Turbaco	37530	2.60
Turbaná	10361	0.71
Villanueva	13151	0.91
Zambrano	10780	0.74

Fuente: DANE. Censo 1993. Resumen Nacional

1.3 DIVISIÓN ADMINISTRATIVA

Bolívar está conformado por 44 municipios, excluyendo su capital Cartagena, y 321 corregimientos, los cuales dividen el territorio bolivareense en 6 subregiones¹ que mencionamos a continuación:

- **Subregión Litoral: Integrada por su capital Cartagena y los municipios de Arjona, Clemencia, Santa Catalina, Santa Rosa de Lima, Turbaco, Turbana y Villa Nueva.**
- **Subregión canal del Dique: Integrada por los municipios de Mahates, María LaBaja, Calamar, Soplaviento, San Cristóbal, San Estanislao y Arroyo Hondo.**
- **Subregión Montes de María: Integrada por los municipios de Córdoba, Carmen de Bolívar, El Guamo, San Jacinto, San Juan Nepomuceno y Zambrano.**
- **Subregión Bajo Cauca - Brazo de Loba: Integrada por los municipios de Magangué, Achí, Montecristo, Pinillos, Tiquisio, Barranco de Loba, Altos**

¹ Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, pág 7 - 12.

del Rosario, San Martín de Loba, Hatillo de Loba, el Peñón y San Jacinto del Cauca.

- **Subregión Depresión Momposina: Integrada por los municipios de Mompós, Margarita, Cicuco, San Fernando y Talaigua Nuevo.**
- **Subregión Magdalena Medio: Integrada por los municipios de Simití, Río Viejo, Morales, Santa Rosa sur, San Pablo, Cantagallo, Regidor y Arenal.**

1.4 SECTOR ECONÓMICO

1.4.1 Agricultura. **La explotación agrícola en el departamento ocupaba en 1990, 192.508 hectáreas equivalente al 7% del total departamental. Los sistemas de producción se clasifican en economía campesina y empresarial, de las cuales la economía campesina utiliza el 71% del área explotada (136.120 hectáreas) siendo su principal producto el maíz con 68.539 hectáreas. La economía empresarial ocupa un área sembrada de 56.468 hectáreas, es decir el 29% del total departamental siendo su principal producto el arroz mecanizado. Además de los productos anteriormente mencionados se cultivan otros productos de primera industria como la yuca, la caña de azúcar, el algodón, el tabaco ,el ñame, el sorgo, el ajonjolí y la caña panelera.**

1.4.2 Ganadería. Debido a la calidad de los pastos, este renglón es muy desarrollado en el departamento. En el año de 1990 había un total de 882.716 hectáreas dedicadas a esta actividad, equivalente al 34% del total departamental. El total de la población vacuna en ese año fue de 957.198 cabezas de las cuales la producción de ganado lechero alcanzó el 5% del total de la producción vacuna.

Los principales exponentes de cabezas de ganado vacuno del departamento de Bolívar en orden de importancia son los municipios de Santa Rosa de Lima, Magangué, Arjona, María La Baja, San Juan Nepomuceno, San Jacinto y el Carmen de Bolívar² y en cuanto a porcino los principales exponentes son los municipios de Magangué y Mompós.

1.4.3 Actividad pesquera. La pesca constituye una actividad económica vital en diversas áreas del departamento, dado a los recursos hídricos existentes, los cuales muestran un potencial del 11% del total departamental. En 1990, la producción fue de 7.341 toneladas distribuidas así: Bocachico 70%, moncholo 5% y el 10% restante entre corvina y otros.

1.5 SECTOR EDUCATIVO

² BOLÍVAR, Departamento Administrativo de Planeación. Anuario Estadístico de Bolívar 1991. Pág 364-365.

El departamento de Bolívar cuenta con instituciones educativas en sus municipios, en las que se imparte desde la educación preescolar hasta la educación media vocacional. Destacándose las subregiones Litoral y Bajo Cauca - Brazo de Loba; las cuales poseen el 17% y el 30% respectivamente de los establecimientos dedicados a impartir Educación Básica Secundaria³.

En general en los Centros Educativos del departamento se presenta una notoria deficiencia en lo relacionado a dotación de bibliotecas, laboratorios y aulas, necesarios para atender a una gran población estudiantil.

1.6 SECTOR SALUD

El territorio bolivarense cuenta con 6 hospitales a lo largo de todo su territorio, ubicados en los municipios de Arjona, Turbaco, Carmen de Bolívar, Magangué, Mompós y Simití; la mayoría de las necesidades en materia de salud en estos municipios son atendidas por Centros y Puestos de Salud, los cuales suman en su totalidad 57 y 96⁴ respectivamente en todo el departamento, destacándose la subregión Litoral, por poseer el mayor número de hospitales en comparación con las otras subregiones, lo cual le permite atender a un mayor número de pacientes pertenecientes a la misma o subregiones aledañas.

³ Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

⁴ Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

Las principales causas de mortalidad atendidas en estas instituciones de salud, han sido producidas por infecciones traumáticas, enfermedades cardiovasculares, enfermedades bacterianas⁵ y otras ; siendo el Cólera, el E.D.A., el Tifo y Paratifo, las enfermedades que han presentado el mayor número de casos de mortalidad en los últimos años⁶.

Cuadro 2. Principales causas de mortalidad en el departamento de Bolívar.

ENFERMEDADES	CASOS ATENDIDOS 1996-1997
Cólera	290
E.D.A.	12.376
Tifo y Paratifo	30

Fuente. Unidad de Agua Potable y Saneamiento Básico.

1.7 INFRAESTRUCTURA VIAL

La red vial el departamento de Bolívar comprende 256 vías con una longitud total de 3.060 kilómetros; la infraestructura descrita en el anexo A comprende de una parte, la identificación de todas las vías que existen en el territorio del departamento.

1.8 SERVICIOS PÚBLICOS

⁵ Anuario Estadístico de Bolívar 1991. Departamento Administrativo de Planeación, pág. 86

⁶ Fuente: Unidad de Agua Potable y Saneamiento Básico. Gobernación de Bolívar.

1.8.1 Acueducto. En la totalidad del departamento sin incluir su capital, las coberturas⁷ de este servicio para las cabeceras municipales llegan al 77.86% y para las localidades Rurales al 42.58%, para un subtotal del departamento del 64.96%⁸.

Como fuentes de abastecimientos para estos acueductos son comúnmente utilizados los pozos, el Canal del Dique, el río Magdalena, y otras fuentes como quebradas; constituyendo un 66% las fuentes superficiales y un 34% las fuentes subterráneas del total de las fuentes de abastecimiento del departamento⁹.

1.8.2 Alcantarillado. Éste servicio registra las más bajas coberturas¹⁰, en las cabeceras municipales sin incluir Cartagena, llega al 17.79% y en las localidades rurales el 1%, para un total ponderado en la totalidad del departamento del 11.64%; sin incluir las cifras dispersas llamada resto rural¹¹.

⁷ Referida a las áreas físicas, a las viviendas y edificaciones servidas por redes de suministro de agua potable para la población nucleada.

⁸ Plan de Desarrollo Departamental 1998-2000. Unidad de Agua Potable y Saneamiento Básico.

⁹ Plan de Desarrollo Departamental 1998-2000. Unidad de Agua Potable y Saneamiento Básico. Pág. 27

¹⁰ Referida a las áreas físicas, a las viviendas y edificaciones servidas por redes de sistemas de evacuación de aguas negras en las cabeceras municipales y en la población rural nucleada a las viviendas con soluciones individuales de saneamiento, pozos sépticos, letrinas, entre otras.

¹¹ Plan de Desarrollo Departamental 1998-2000. Unidad de Agua Potable y Saneamiento Básico. Pág. 24.

Existen 13 sistemas de alcantarillado funcionando con coberturas parciales y 5 en construcción, mostrando de esta manera el problema de coberturas en este servicio.

1.8.3 Servicio de Aseo. La cobertura de este servicio prácticamente no existe.

El servicio de aseo urbano solamente se presta en Cartagena con cobertura superior al 90% y en algunas pocas cabeceras municipales como San Juan Nepomuceno, Magangué, Santa Rosa del Sur y Mompós, con coberturas parciales.

1.9 VIVIENDA

En Bolívar en 1993 existían 252.429 hogares, el 60.5% del total habitaban viviendas deficitarias en términos de espacios, dotación de servicios y calidad de la estructura; la principal carencia que presentaban estos hogares eran los servicios básicos, el 45% de esas viviendas adolecían de ellos.

En la mayoría de los municipios el tipo de vivienda predominante es el regular¹², caracterizado por pisos en cemento, paredes de ladrillo y cubiertas en zinc; además el tipo de vivienda se ajusta a otras características en las

¹² Anuario Estadístico de Bolívar 1991. Departamento Administrativo de Planeación, pág. 64.

que se utilizan pisos en tierra, baldosa y madera; paredes de bahareque, caña y madera , y cubiertas de eternit, paja y placa.

En los últimos años se han presentado 1.562 solicitudes de viviendas nuevas y 106 por viviendas destruidas a la Gobernación de Bolívar, debido a problemas referentes a la presencia de grupos alzados en armas en estas zonas o por inundaciones y huracanes presentados a lo largo del año¹³.

2. PROCESOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR EN RELACIÓN CON EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA GENERADO POR EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

El impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente no es un fenómeno de nuestro tiempo, en sus comienzos los seres humanos eran cazadores recolectores que utilizaban los recursos que le brindaba la tierra para su supervivencia y utilizaban a la misma para la evacuación de los residuos producidos; pero debido a la baja densidad de la población y la tecnología primitiva que disponían no representaba la gran magnitud del problema ambiental y sanitario.

Con la primera gran transición en el modo de vida humana, se establecieron los primeros emplazamientos sedentarios que propiciaron el crecimiento de los primeros poblados, perfilando esto un problema en el manejo de los

¹³ Fuente: Fondo de Vivienda de Interés Social de Bolívar.

residuos generados por ellos, debido a que el espacio para su evacuación iba reduciéndose cada día más, llegando a grandes acumulaciones.

Hasta el siglo XIX las ciudades del mundo arrojaban basuras y excrementos a las calles sin pavimentar y a las calzadas, donde se mezclaban con los excrementos de los animales domésticos. La falta de planes para la gestión de residuos originó las plagas y epidemias que asolaron países y continentes enteros, citando la plaga bubónica generada por ratas y pulgas producidas por el mal manejo de estos residuos. A finales del siglo XIX se reconocieron normas de regulación sanitaria debido que se comprobó la relación entre el tratamiento de residuos y la transmisión de enfermedades por moscas, mosquitos, ratas y otros animales dañinos que provenían de las acumulaciones de los mismos, prohibiendo de esta manera el vertimiento de estos residuos a las fuentes de agua.

Los residuos sólidos son producidos por las diferentes actividades domésticas, comerciales, industriales e institucionales que conllevan a determinados volúmenes dependiendo del tamaño de los mismos, dificultando cada vez más su manejo y requiriendo servicios públicos especializados para su adecuado manejo.

En la actualidad el manejo de residuos sólidos en los municipios del departamento de Bolívar se hace en forma precaria como es: quema al aire

libre, alimentación para animales, vertidos en campos abiertos y vertidos en fuentes de agua (ver anexo B).

Estos métodos han sido utilizados a pesar de la existencia de métodos ajustados a disposiciones ambientales y sanitarias, generando directa o indirectamente efectos desfavorables en el ambiente y en la salud de la población.

Frente a esas exigencias gubernamentales y sanitarias los municipios se ven en la necesidad de adecuar un mecanismo que ayude a resolver esta problemática, mediante la adopción de un plan que disminuya el impacto ambiental y que conlleve a beneficios como la generación de empleo y un mejoramiento en la calidad de vida dependiente en gran medida de la disponibilidad de recursos naturales tales como: aguas limpias, aire puro y suelos fértiles.

En la Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar se han venido realizando trabajos de grados para el manejo de residuos sólidos en diferentes municipios tales como:

- Diseño y valoración de un programa para el manejo de basuras en el municipio de San Estanislao de Kostka (Arenal). Realizado por los estudiantes Sofía Sierra y Fernando Uribe. 1998.

- **Diseño de un plan de gestión integral para el manejo de los residuos sólidos en el municipio de Turbaco. Realizado por los estudiantes Cesar Hernández Escamilla y Nelson Rhenals Castaño. 1999.**
- **Diseño de un programa para el mejoramiento de residuos sólidos en Since (Sucre). Realizado por los estudiantes José Luis Díaz Verbel y Francisco Hernández Rojas. 1999.**
- **Diseño y formulación de un plan integral para el manejo de los residuos sólidos del municipio de San Juan Nepomuceno. Realizado por los estudiantes Alvaro Barrios Hernández y Nelson González Gómez. 1999.**

Los anteriores proyectos han venido realizándose desde el año 1997 hasta la fecha. Estos serán la base para desarrollar el modelo general que pretendemos proponer para cualquier municipio que se adapte a su desarrollo.

2.2 PROBLEMÁTICA DEL MAL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Diariamente el hombre realiza actividades en las que hace uso de cierta cantidad de recursos dando como resultado cantidades proporcionales de residuos, traduciendo esta generación a un nivel global vemos que se incrementa día a día con el aumento de la población, la cual a medida que va

pasando el tiempo va afrontando más necesidades y va utilizando mayor cantidad de recursos; pero a la vez careciendo de una conciencia con respecto a la importancia del manejo de los residuos sólidos como componente del saneamiento básico, aumentando de esta manera los índices de desperdicios generados.

La producción de los residuos es variable de una población a otra, en función de los diferentes hábitos y costumbres de la misma, de las actividades dominantes, del clima y de otras condiciones locales que se modifican con el transcurso de los años.

En la actualidad el manejo de residuos sólidos en el departamento de Bolívar se hace en forma precaria como es:

- Arrojar basuras a ríos principalmente al canal del dique que recorre gran parte del departamento (ver figura 1).**
- Arrojar basuras a terrenos baldíos y carreteras (ver figura 2).**
- Incineración en los patios o carreteras (ver figura 3).**
- Enterrarlos en algún sitio sin ningún tratamiento previo.**
- Los desperdicios de alimentos lo utilizan para alimentar a los cerdos.**

La aplicación de todas estas practicas inadecuadas en el manejo de los residuos sólidos en el departamento, ha generado un grave problema en la salud pública.

Sin embargo, la importancia de los residuos sólidos como factor causante de enfermedades no está bien determinada, pero se le atribuye una gran incidencia en esta problemática. Dentro de estas enfermedades citamos las siguientes:¹⁴

- Infección respiratoria aguda.**
- Infección de vías urinarias.**
- Síndrome anémico.**
- Diarrea aguda (EDA).**
- Parasitosis intestinal.**

Las anteriores enfermedades según médicos son originados por:¹⁵

- Contacto directo de la población con la basura, las cuales contienen a veces excremento humano y de animales.**

¹⁴ **Diseño y Formulación de un Plan Integral para el Manejo de los Residuos Sólidos del Municipio de San Juan Nepomuceno - Bolívar. Barrios Hernandez A., González Gómez N.**

¹⁵ **Diseño y Valoración de un Programa para el Manejo de Basuras en el Municipio de San Estanislao de Kostka (Arenal). Sierra S., Uribe F.**

- **Proliferación de vectores sanitarios (moscas, mosquitos, cucarachas y ratas).**
- **Transmisores de organismos patógenos, los cuales encuentran su alimento y las condiciones adecuadas para su reproducción.**
- **El consumo de animales alimentados con basuras.**

El manejo inadecuado de los residuos en los municipios del departamento de Bolívar, ha causado un efecto ambiental negativo originado por:¹⁶

Contaminación del agua

La descarga de las basuras en las fuentes de agua como el canal del dique, lagunas, arroyos y estanques, incrementa la carga orgánica y disminuye el oxígeno disuelto, aumenta los nutrientes y algas que dan lugar a la eutroficación; causando la muerte de peces, generando malos olores y deteriora su aspecto estético con la posibilidad de contaminar las fuentes de abastecimiento que surten a los acueductos de estos municipios.

Las descargas de estas basuras conlleva a la disminución del cauce de estas fuentes de agua provocando inundaciones en el invierno.

¹⁶ **Diseño y Valoración de un Programa para el Manejo de Basuras en el Municipio de San Estanislao de Kostka (Arenal). Sierra S., Uribe F.**

Contaminación del suelo

La descarga de basuras en terrenos baldíos afecta el ecosistema y la estética del lugar, estos son problemáticos ya que crecen con rapidez y causan mucho inconvenientes especialmente a la salud, ya que dan paso al surgimiento de vectores de enfermedades y a la atracción de plagas; además se contamina el suelo debido a las distintas sustancias depositadas allí sin ningún control.

Contaminación del aire

La descarga de las basuras a cielos abiertos producen un impacto ambiental negativo contribuyendo a la polución local cuando esta se enciende y se deja quemar para disminuir su volumen; causando irritaciones nasales y de la vista y produciendo olores desagradables.

La gestión y manejo de los residuos sólidos municipales no ha contado hasta ahora ni con el desarrollo, ni con el protagonismo necesarios para que el manejo de los residuos sólidos tenga prioridad, lo que explica, al menos en parte la limitada capacidad institucional en las entidades ejecutoras para asumir sus funciones.

La recogida de desechos así como su evacuación es un elemento esencial para garantizar un saneamiento ambiental acorde con las normas y procedimientos establecidos para tal fin, constituyéndose en un factor importante para el mantenimiento de un mejor nivel de vida.

El desarrollo de un modelo general para el manejo de los residuos sólidos adaptado a las características de una población en particular, será la solución para disminuir la contaminación de suelos, aire y corrientes de agua; de tal forma que pueda mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región.

La Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar ha promovido actividades en pro del desarrollo de la costa, por tal razón ha apoyado la elaboración de trabajos de grado referentes al manejo de los residuos sólidos en diferentes municipios como son: San Estanislao de Kostka, San Juan Nepomuceno, Sincé y Turbaco.

Teniendo en cuenta la experiencia en los municipios anteriormente mencionados, el presente estudio pretende desarrollar un modelo general para el manejo de los residuos sólidos, con el fin de brindar una alternativa a la solución de la problemática en los municipios del departamento de Bolívar, de modo que este sea una herramienta útil para la gestión en el manejo adecuado de las basuras.

3. CANTIDAD Y CALIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PRODUCIDOS EN LOS MUNICIPIOS ANALIZADOS

3.1 PRODUCCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS MUNICIPIOS ANALIZADOS

Es importante conocer la composición de la basura por los sectores en que está dividida la población, ya que las características de la basura determinarán a su vez las características de la recolección, transporte y disposición final.

La clasificación de los residuos se hace según su fuente productora en:
residenciales ó domésticos, comerciales, industriales, institucionales, mercados,

barrido de calles y lugares públicos; y según su composición en residuos reciclables y no reciclables.

3.1.1 Sector Residencial. **La composición física de los residuos sólidos producidos en este sector (ver cuadro 3), está determinada por su porcentaje(%) en peso. y es la siguiente:**

Cuadro 3. Composición física de los residuos sólidos en el sector residencial.

COMPOSICIÓN	MUNICIPIOS			
	SAN ESTANISLAO DE KOSTKA	SAN JUAN NEPOMUCENO	SINCÉ	TURBACO
Papel y cartón		5.36%	11.5%	10%
Plástico		6.35%	3.8%	8%
Vidrio		4%	13.6%	14%
Metales		-	0.6%	2%
Restos de alimentos		84.29%	70.5%	50%
Escoria-Tierra				
Madera y follaje	-	-	-	14%
Textiles	-	-	-	2%

Total kg/día.	3.926,89	6.589,83	12.423	14.708,75
Generados por sector residencial				

Fuente: Las Autoras

Del cuadro 3 se puede deducir, que el material encontrado en mayor proporción es la materia orgánica compuesta principalmente por desechos alimentarios (referido a todos aquellos desechos húmedos o putrecibles), variando su participación en la composición de los residuos sólidos residenciales por encima del 50% .

El porcentaje de materiales reciclables en este sector presenta una participación representativa, destacándose el uso de vidrio como el material reciclable con mayor participación. La presentación de este material se realiza en envases de todo tamaño en condiciones para la prefabricación; destacándose vidrios de botellas de licor, refrescos, cervezas, mayonesas, compota, vino etc., los envases en vidrios para este sector presentan una participación entre el 13 y 14% del peso total de los residuos sólidos; destacándose sus presentaciones en colores verde ámbar y vidrio blanco.

En segundo renglón de participación dentro de los productos reciclables encontramos el papel cartón, con una participación que varía entre el 5,36 y 11,5% del total de los residuos, destacándose la presencia de periódicos, cajas de cartón, papel de revistas y de libros.

En tercer lugar se encuentra el plástico con una participación entre 3,8 y 8% del total de residuos; destacándose envases de bebidas como: vasos desechables, bolsas de productos lácteos, juguetes, bolsas de empaques, botellas de agua y aceite, envases de productos farmacéuticos y empaques de productos agrícolas.

La cercanía de los municipios a Cartagena es una influencia en los hábitos de consumo de estas municipalidades, lo que conlleva a la utilización de materiales reciclables presentes en los productos de consumo diario (envases de bebidas, envases de alimentos, periódicos, revistas y otros), como se pudo ver en el cuadro 3.

3.1.2 Sector Comercial. La composición de los residuos en este sector se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Composición física de los residuos sólidos en el sector comercial.

COMPOSICIÓN	MUNICIPIOS			
		SAN ESTANISLAO DE KOSTKA*	SAN JUAN NEPOMUCENO	SINCÉ

* La composición de residuos sólidos del sector comercial en el municipio de San Estanislao de Kostka, es incluida en la composición del sector residencial, por localizarse todos los establecimientos comerciales en las mismas casas.

Papel y cartón		28.21%	48.5%	20%
Plásticos		15.96%	9%	4%
Vidrios		11.43%	17%	8%
Metales		-	0.5%	1%
Restos de alimentos		44.38%	25%	62%
Escoria – Tierra				
Madera y follaje	-	-	-	3%
Textiles	-	-	-	2%
Total Kg./día generados por sector comercial	520	385,5	1.080	1.335,58

Fuentes: Las autoras.

En el caso del municipio de San Estanislao de Kostka la composición de los residuos sólidos del sector comercial esta incluida en la composición del sector residencial; por estar localizado en las mismas viviendas. Por ello se calculó el porcentaje de participación total, teniendo en cuenta el número de viviendas y de establecimientos comerciales, arrojando un porcentaje de participación del 11,7% para el sector comercial y de 88,3% para el sector residencial.

Para calcular los porcentajes de participación de cada uno de los componentes de la basura para este sector, tocaría hacer un nuevo muestreo para hallar la participación real.

La gran participación de los residuos orgánicos en este sector varían entre 25 y 62% debido a la influencia de actividades típicas como restaurantes y ventas de alimentos.

En segundo renglón de participación se encuentra el componente papel y cartón con porcentajes entre el 20 y 48,5%; favorecido por nuevas modalidades de comercialización de productos de alto consumo, tales como jugos, cajas de empaques de alimentos, víveres y vestidos.

En tercer renglón se encuentran los plásticos con una participación que varía entre el 4% al 15%, destacándose los envases de jugos, agua, aceites comestibles, aceites de automóviles, vasos desechables, utensilios de cocina, entre otros.

3.1.3 Sector Institucional. Su composición en los municipios de referencia se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Composición física de los residuos sólidos en el sector institucional.

COMPOSICIÓN	MUNICIPIOS			
	SAN ESTANISLAO DE KOSTKA	SAN JUAN NEPOMUCENO	SINCÉ	TURBACO
Papel y cartón	42%	18,13%	45%	30%
Plásticos	9.9%	11.30%	8%	12%
Vidrios	13%	3.27%	16%	8%
Metales	0.2%	-	0.5%	-
Restos de alimentos Escoria - Tierra	-	67.3%	30.5%	39%
Madera y follaje	34.9%	-	-	10%
Textiles	-	-	-	1%
Total Kg./día generados por sector institucional	746,8	122,72	800	895

Fuente. Las autoras.

El alto contenido de restos alimenticios de este sector es debido a que está conformado por colegios, hospitales, cárceles y otros, en donde se presenta un alto consumo de alimentos por parte de las personas que allí se encuentran.

El elemento papel y cartón toma el segundo renglón de participación y es el que predomina de los otros materiales reciclables.

3.1.4 Sector Industrial. La composición de la basura en este sector este se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Composición física de los residuos sólidos en el sector industrial.

COMPOSICIÓN	MUNICIPIOS			
	SAN ESTANISLAO DE KOSTKA	SAN JUAN NEPOMUCENO	SINCÉ	TURBACO
Papel y cartón	-	-	-	24%
Plásticos	-	-	-	10%
Vidrios	-	-	10%	8%
Metales	-	-	90%	6%
Restos de alimentos	-	-	-	9%
Escoria - Tierra				
Madera y follaje	-	-	-	26%
Textiles	-	-	-	8%
Total Kg./día generados por sector institucional	-	-	197	1.084,65

Fuente. Las autoras.

En este sector los materiales reciclables presentan una mayor participación en la composición de la basura, destacándose en primer lugar los elementos papel y cartón y metales y en segundo lugar el elemento madera y follaje, elementos predominantes por lo general en este sector en los municipios en

cuestión, debido a que la industria se reduce a microempresas como panaderías , mueblerías y otras propias del sector.

3.1.5 Sector vías y áreas públicas. En el cuadro 7 se observa la composición de la basura de este sector en los municipios de referencia.

Cuadro 7. Composición física de los residuos sólidos en el sector vías y áreas públicas.

COMPOSICIÓN	MUNICIPIOS			
	SAN ESTANISLAO DE KOSTKA	SAN JUAN NEPOMUCENO	SINCÉ	TURBACO
Papel y cartón	25%	25%	17%	25%
Plásticos	30%	30%	31%	30%
Vidrios	15%	15%	26%	15%
Metales	0.5%	-	2%	-
Restos de alimentos	29.5%	30%	24%	14%
Escoria - Tierra				
Madera y Follaje	-	-	-	14%
Textiles	-	-	-	2%
Total Kg./día generados por sector institucional	1.437,94	483,38	1.500	1.013,19

Fuente. Las autoras.

En este sector predominan los materiales reciclables (papel, cartón, plástico) por ser materiales de fácil arrastre por el viento, acompañado por el mal hábito de la población de arrojar basura a las calles.

3.2 CALIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS MUNICIPIOS ANALIZADOS.

Los residuos sólidos generados en estos municipios se pueden ubicar en dos categorías: aprovechables y no aprovechables los cuales inciden en el aprovechamiento de espacio en el relleno sanitario y la estimación de su vida útil.

El porcentaje de no reciclables (orgánicos) en el sector residencial es más altos que los reciclables por ser la viviendas las mayores generadoras de este tipo de residuos. Mientras en los otros sectores hay mayor aprovechamiento de material reciclable como papel y cartón principalmente y le siguen plásticos siguiendo en su orden de participación los plásticos, vidrios y en menor proporción los metales. Las explicaciones mas detalladas de cada uno de estos sectores se hicieron anteriormente. Simplemente se quiso mostrar una división de estos en reciclables y no reciclables por sector. (Ver cuadros del 8 –12)

Cuadro 8. Participación de materiales reciclables y no reciclables en sector residencial.

COMPOSICIÓN	MUNICIPIOS			
	SAN ESTANISLAO DE KOSTKA	SAN JUAN NEPOMUCENO	SINCÉ	TURBACO
Reciclables	-	15,7%	29,5%	34%
No Reciclables	-	84,29%	70,5%	66%
Total (kg/día)	4.446,91	6.589,83	12.423	14.708,75

Fuente. Las autoras.

Cuadro 9. Participación de materiales reciclables y no reciclables en sector comercial.

COMPOSICIÓN	MUNICIPIOS			
	SAN ESTANISLAO DE KOSTKA	SAN JUAN NEPOMUCENO	SINCÉ	TURBACO
Reciclables	-	55,62%	75%	33%
No Reciclables	-	44,38%	25%	67%
Total (kg/día)	520	385,5	1.080	1.335,58

Fuente. Las autoras.

Cuadro 10. . Participación de materiales reciclables y no reciclables en sector institucional.

COMPOSICIÓN	MUNICIPIOS			
	SAN ESTANISLAO DE KOSTKA	SAN JUAN NEPOMUCENO	SINCÉ	TURBACO
Reciclables	65,1%	32,7%	69,5%	50%
No Reciclables	34,9%	67,3%	30,5%	50%
Total (kg/día)	746,8	122,72	800	800,95

Fuente. Las autoras.

Cuadro 11. Participación de materiales reciclables y no reciclables en sector vías y áreas públicas.

COMPOSICIÓN	MUNICIPIOS			
	SAN ESTANISLAO DE KOSTKA	SAN JUAN NEPOMUCENO	SINCÉ	TURBACO
Reciclables	70,5%	70%	76%	70%
No Reciclables	29,5%	30%	24%	30%
Total (kg/día)	1.437,94	483,38	1.500	1.013,19

Fuente. Las autoras.

Cuadro 12. Participación de materiales reciclables y no reciclables en sector industrial.

COMPOSICIÓN	MUNICIPIOS	
	SINCÉ	TURBACO
Reciclables	100%	57%
No Reciclables	-	43%
Total (kg/día)	197	1.084,65

Fuente. Las autoras.

3.3 PRODUCCIÓN DE DESECHOS POR HABITANTE POR DÍA (PPH)

En el cuadro 13 se muestra la PPH de cada uno de los municipios de referencia.

Cuadro 13. Producción por habitantes en los municipios de referencias.

MUNICIPIO	POBLACIÓN (HABITANTES)	GENERACIÓN DE RESIDUOS (TON-AÑO)	PPH (KG/HAB-DÍA)
San Estanislao	10.271	1.724,50	0,46
San Juan	41.706	2.593,31	0,31
Sincé	29.540	6.205	0,42
Turbaco	47.564	6.222,097	0,337

Fuente. Las autoras.

Del cuadro es de hacer notar que no siempre entre más grande sea la población, mayor es la PPH, aunque esa sea la tendencia general.

Conclusiones

En el cuadro 14, se aprecia la composición de la basura en los diferentes sectores en los municipios de referencia.

Cuadro 14. Composición física de la basura en los diferentes sectores en los municipios de referencia

MUNICIPIOS SECTOR	SAN ESTANISLAO DE KOSTKA	SAN JUAN	TURBACO
Residencial	93,4%	86,92%	77,6%
Comercial		5,08%	7%
Institucional	2,2%	1,63%	4,2%
Industrial	-	-	5,7%
Vías y áreas públicas	4,4%	6,37%	5,5%

Fuente. Las autoras.

El sector residencial es el que presenta mayor porcentaje de participación, destacándose los desechos de alimentos (referido a todos aquellos

desechos húmedos o putrecibles); la participación de los otros sectores no presenta variaciones concernientes a la participación de los elementos constitutivos de la basura entre los municipios referenciales.

En la gestión integral de los residuos sólidos es importante tener en cuenta que el porcentaje de residuos orgánicos, debido a su calidad y cantidad hacen parte de estrategias viables a un programa de reciclaje, con propuestas de generación de compostaje.

A pesar que los porcentajes de participación de estos sectores no es alta, generan una cantidad considerable de materiales reciclables que pueden ser fuente de ingreso para esas municipalidades, sobre todo aquellas más cercanas a Cartagena, debido a la existencia de empresas dedicadas al reciclaje y por lo tanto sus posibles compradoras.

4. ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

En la actualidad existen diversos métodos de tratamiento de residuos sólidos, tales como la incineración, pirólisis y relleno sanitario, en los que en algunos casos se promueven programas de aprovechamiento como el reciclaje y compostaje. En todos los municipios tomados como base para este estudio se escogió como la alternativa de disposición final de residuos el relleno sanitario, por ser la alternativa que cumple con todos los requerimientos ambientales y se adapta a sus condiciones locales.

4.1 FACTORES CONSIDERADOS EN LA SELECCIÓN DEL SITIO PARA LA UBICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO EN LOS MUNICIPIOS DE REFERENCIA

La selección del sitio donde sugirieron la ubicación del relleno sanitario obedeció al análisis de una serie de factores, tales como la distancia que los separa de centros urbanos, la separación de los cuerpos de agua, el tipo de suelo, el uso anterior del sitio, la tendencia de crecimiento de la población hacia el sitio, el número y estado de vías de acceso, la dirección de los vientos en la zona, la distancia del nivel freático, el costo del terreno, entre otros; los cuales determinaron los beneficios técnicos y ambientales del sitio seleccionado al evaluarlo frente a otras alternativas de ubicación (ver cuadro 15).

Cuadro 15. Criterios de ubicación del relleno sanitario en municipios de referencia

FACTORES	MUNICIPIOS		
	SAN ESTANISLAO DE KOSTKA	SAN JUAN NEPOMUCENO	TURBACO
Distancia a centros urbanos	400 metros de la cabecera municipal.	1 Km. de la cabecera municipal.	15 Km. de la cabecera municipal. 2 Km. de la población de San José del Chiquito.
Distancia a cuerpos de agua	2 Km. del canal del Dique.	1,5 Km. del arroyo Catalina.	Alejado de cualquier cuerpo de agua.
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Topografía plana. • Tipo Limo - arcilloso 	<ul style="list-style-type: none"> • Escalonado. • Tipo Limo - arcilloso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Topografía plana. • Zona rocosa. • Con depresión natural.
Uso anterior del suelo	No definido.	Ganadería.	Ganadería.
Tendencia de crecimiento de la población hacia el sitio	Nula.	Nula.	Nula.
Vías de acceso	<ul style="list-style-type: none"> • 2 vías. • Sin pavimentar. • Buen estado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Una sola vía. • Carreteable. 	<ul style="list-style-type: none"> • Una sola vía. • Pavimentada en un tramo de 12 Km.
Dirección de los vientos en la zona	Hacia zonas despobladas.	En dirección a la población.	Hacia zonas despobladas.
Profundidad del nivel freático	Por debajo de 5,25 metros.	Por debajo de 6,25 metros.	Por debajo de 5 metros.
Costo de hectárea	\$2'000.000	\$4'000.000	\$3'000.000

Fuente. Las autoras

El municipio de Sincé no fue incluido en el cuadro 15 por no pertenecer a la limitación espacial del estudio, sin embargo fue tomado como referencia para servir de análisis y soporte para éste proyecto. En este municipio el relleno sanitario se encuentra retirado de la cabecera municipal, lejos de cualquier cuerpo de agua, presenta topografía plana y la dirección de los vientos que lo atraviesan es hacia zonas despobladas, la tendencia de crecimiento de la población hacia éste es nula y las vías de acceso hacia él se encuentran en buen estado; características que permiten su buena ubicación.

El sitio seleccionado para cada uno de los municipios mencionados en el cuadro 15, cumple con características que lo hacen idóneo para el funcionamiento del relleno sanitario, por considerar y cumplir una serie de parámetros que permiten su aceptación por parte de la comunidad y el buen funcionamiento del mismo.

4.2 ANÁLISIS DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS A DISPONER EN EL RELLENO SANITARIO

La cantidad de residuos sólidos a disponer en el relleno sanitario es una información de gran importancia debido que a través de ella es posible determinar la capacidad del relleno.

En los estudios realizados a los municipios de referencia se nota una característica determinante en la cantidad de residuos a disponer, la cual está constituida por los programas de aprovechamiento de residuos por medio del

reciclaje, propuestas para ellos; lo que indica que la capacidad calculada para esos rellenos estuvo determinada solamente por aquellos residuos no reciclables, tales como restos alimenticios, madera, follaje, escoria, tierra y textiles. (ver cuadro 16).

Cuadro 16. Cantidad de residuos a disponer en primer año de vida útil del relleno sanitario

MUNICIPIO	POBLACIÓN (HABITANTES)	PPH (Kg/hab - día)	TOTAL RESIDUOS GENERADOS (TON)	RNR A DISPONER (TON)	%RNR
San Estanislao de Kostka	10.271	0,46	1.724,50	1.129,55	65,5
San Juan Nepomuceno	24.189	0,31	2.593,31	2.148,81	82,86
Turbaco	50.629	0,337	6.222,097	3.919,92	63

Fuente. Las autoras

Donde:

RNR = Residuos no reciclables.

El total de residuos sólidos a evacuar (residuos no reciclables) para estas poblaciones, va ligado al número de habitantes y la producción por habitante, pero esto no quiere decir que entre mayor sea la población mayor será la producción por habitante, por lo cual la generación de residuos sólidos estará determinada directamente por los hábitos de consumo de dichas poblaciones.

El haber propuesto programas de reciclaje en estos municipios debido a la participación de los residuos reciclables en la composición del total de residuos generados, variando entre un 17,14 y un 37% del total, ayuda al mejor aprovechamiento del espacio en el relleno sanitario y por tanto la prolongación de la vida útil del mismo.

En el municipio de Sincé se puede destacar el aprovechamiento que se les da a las basuras, con la implantación de programas de reciclaje y la elaboración de compost a base de rumen de ganado, hojas secas y papeles que no pueden reciclarse por no cumplir con las características exigidas por los compradores de esos materiales, lo cual está ayudando a la prolongación de la vida útil de su relleno.

4.3 ESPECIFICACIONES DE LAS DIMENSIONES DEL RELLENO SANITARIO PARA SU PRIMER AÑO DE VIDA ÚTIL.

Conocidas las cantidades de residuos sólidos a disponer se procede al cálculo de las dimensiones del relleno, estimando el volumen, profundidad y área (ver cuadro 17).

Cuadro 17. Dimensiones del relleno sanitario en primer año de vida útil

MUNICIPIO	RNR (TON/AÑO)	VOLUMEN (M ³)	PROFUNDIDAD (METROS)	AREA (M ²)	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO (METROS)
San Estanislao de Kostka	1.129,55	3.388,64	2	1.694,32	5,25
San Juan Nepomuceno	2.148,81	4.276,53	4	1.069,30	6,5
Turbaco	3.919,92	16.463,67	3	5.487,89	5

Fuente. Las autoras

El volumen ocupado por los residuos dependerá del grado de compactación al que son sometidos y el material de cobertura adicional, cuyo porcentaje varia para estas poblaciones entre el 20% y 25% del volumen compactado de los residuos.

El área para la disposición de los residuos sólidos esta determinada por el volumen que estos ocupen y la profundidad a la que sean dispuestos; como se puede observar en el cuadro 17, el volumen del municipio de San Juan Nepomuceno es mayor que en el municipio de San Estanislao de Kostka (Arenal), sin embargo el área a utilizar por el municipio de San Juan Nepomuceno es menor, esto es debido a que utilizan mayor profundidad para la disposición de sus residuos sólidos.

La profundidad a la que se dispongan los residuos estará limitada por la distancia a la que se encuentre el nivel freático en el sitio donde se ubique el relleno sanitario.

4.4 ANÁLISIS DE LA PROYECCIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS PARA EL ÚLTIMO AÑO DE VIDA ÚTIL

La generación de las basuras no es estática, ella está ligada al crecimiento poblacional y los hábitos de consumo de las personas, es por eso que se realizan proyecciones de estos aspectos con el fin de visualizar las cantidades de residuos sólidos a disponer para determinado año de vida útil del relleno sanitario, e ir verificando la capacidad del mismo (ver cuadro 18).

Cuadro 18. Cantidad de residuos a disponer en último año de vida útil del relleno sanitario

Municipio	Población (Habitantes)	PPH (Kg/hab- día)	TOTAL RESIDUOS GENERADOS	RNR (Ton/año)	% RNR
San Estanislao de Kostka	12.861	0,503	2.361,66	1.546,89	65,5
San Juan Nepomuceno	39.265	0,49	7.023,45	5.513,41	78,5
Turbaco	77.892	0,372	10.564,42	6.655,58	63

Fuente. Las autoras

El conocimiento de estas proyecciones ayuda a mantener un control en el manejo del relleno sanitario, porque con su funcionamiento se podrá establecer un seguimiento de las cantidades de residuos sólidos a disponer cada año y de esta manera prever futuros problemas concernientes a la disponibilidad de terreno.

Se recomienda utilizar el tipo de relleno sanitario manual para poblaciones entre menos de 10.000 habitantes hasta 60.000 habitantes, en el cual las labores son realizadas por operarios y no por maquinaria pesada; aunque en el municipio de Turbaco la población proyectada para el último año de vida útil del relleno sanitario es 77.892 se acepta la adopción de este tipo de relleno.

4.5 ESPECIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DEL RELLENO SANITARIO EN SU ÚLTIMO AÑO DE VIDA ÚTIL

Las proyecciones realizadas de las cantidades de residuos sólidos a disponer, determinarán el área total a adquirir para la evacuación de los residuos sólidos y al mismo tiempo determinarán la vida útil del relleno sanitario (ver cuadro 19).

Cuadro 19 . Dimensiones del relleno sanitario en ultimo año de vida útil

MUNICIPIO	RNR (TON/AÑO)	Volumen (m³)	Profundidad (metros)	Area (m²)	AÑOS DE VIDA ÚTIL
San Estanislao de Kostka	1.129,55	4.640,67	2	19.927,55	10
San Juan Nepomuceno	2.148,81	10.972,75	4	18.130,63	12
Turbaco	3.919,92	27.953,46	3	94.233,1	13

Fuente. Las autoras

La profundidad es un parámetro que no varía durante los años de funcionamiento del relleno, debido a que ésta es establecida desde un principio teniendo en cuenta la distancia a la que se encuentre el nivel freático en la zona; la sola disposición de los residuos no reciclables ayuda a mantener por un gran período de tiempo (10 - 13 años) la vida útil del relleno y a su mejor utilización.

5. TIPOS Y DISEÑOS DE RELLENOS SANITARIOS EN MUNICIPIOS ANALIZADOS

Existen diversos tipos de rellenos sanitarios, dentro de los que están el tipo zanja, el tipo área y el tipo rampa; en los estudios realizados para estos municipios escogieron un tipo determinado de relleno de acuerdo a las características topográficas del terreno destinado para su ubicación (ver cuadro 20).

Cuadro 20. Tipo de relleno escogido en municipios analizados.

MUNICIPIO	TIPO DE RELLENO	SUELO	MATERIAL DE COBERTURA	NIVEL FREÁTICO (m)
San Estanislao de Kostka	Zanja	Topografía plana	Disponible	5,25
San Juan Nepomuceno	Rampa escalonada	Topografía escalonada	Disponible	6,25
Turbaco	Zanja	Topografía plana	Disponible	5

Fuente. Las autoras

La topografía del suelo y la disponibilidad del material de cobertura en estos municipios fueron los criterios determinantes para la selección del tipo de relleno sanitario a operar, además de la profundidad del nivel freático en estas zonas, el método de zanja fue escogido por dos de estos municipios porque el nivel freático se encuentra a una distancia propicia (por debajo de 5 metros) para la excavación de la zanja sin correr el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas.

A pesar que el nivel freático en el municipio de San Juan Nepomuceno está más bajo que en los otros dos municipios, se escogió el tipo de relleno de rampa escalonada porque su topografía era apta para su establecimiento y operación.

En el caso del municipio de Sincé, opera el relleno área, por estar ubicado en terrenos planos que son los propios para la operación de estos tipos de rellenos.

5.1 DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO

Todo relleno sanitario debe cumplir con una serie de características de diseño que contribuyen al buen funcionamiento del mismo, tales como: El levantamiento topográfico, la limpieza y desmonte del predio, construcciones de vías de acceso, construcciones para recogidas de gases, aguas de escorrentía y lixiviados, el cercado perimetral y otros. En el cuadro 21 se muestran las características mas relevantes en la construcción de un relleno

sanitario contempladas en los municipios de referencia y a las que se recomienda practicar un estricto control para evitar impactos negativos en materia ambiental.

Cuadro 21. Características de diseño del relleno sanitario en los municipios analizados

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO	SISTEMAS UTILIZADOS EN LOS MUNICIPIOS		
	San Estanislao de Kostka	San Juan Nepomuceno	Turbaco
Drenaje de Lixiviados	Infiltración en el suelo.	Lagunas de evaporación.	Estanques de evaporación.
Manejo de aguas de escorrentía	Construcción canal perimetral de forma trapezoidal.	Construcción canal perimetral de forma trapezoidal.	Construcción de zanjas perimetrales.
Sistema de recogida del biogás	Uso de chimeneas de ventilación conectadas entre sí.	Uso de chimeneas de ventilación conectadas entre sí.	Uso de chimeneas de ventilación conectadas entre sí.

Fuente. Las autoras

Los sistemas para el manejo de gases es en los tres municipios analizados es similar, debido a que ésta es una de las alternativas más efectivas y de bajo costo.

El municipio de San Estanislao escogió el sistema de infiltración en el suelo, en el cual el líquido lixiviado es conducido por acción de la gravedad a través de las capas del suelo; debido a que el nivel freático se encuentra a una distancia tal (por debajo de 5 metros) que la posibilidad de contaminación de las aguas subterráneas es baja.

Las lagunas de evaporación es una de las alternativas más eficaces, sencillas y de bajo costo, éstas operan conectadas a canales de drenajes procedentes del relleno quienes conducen el líquido lixiviado hacia ellas. Por ello fue escogida por dos de estos municipios.

En el municipio de Sincé se escogió como sistema de evacuación de gases las chimeneas, por las razones expuestas anteriormente, al igual que se escogieron las lagunas de evaporación para los lixiviados, por ser un método muy eficaz y de bajo costo.

5.2 PROGRAMAS DE MONITOREO

Los municipios analizados han propuestos planes de monitoreo en lo referente al manejo de los gases y lixiviados, por riesgos de incendios y altos impactos ambientales en la región, por lo que recomiendan la toma de muestras después de comenzar operaciones del relleno, con el fin de ver cuan efectivo han sido sus métodos de control en lo referente a éstos aspectos.

Los parámetros sugeridos a tener en cuenta para los lixiviados son: PH, turbiedad, conductividad, DBO, DQO, cloruros, Cromo total, Pb, entre otros. Referente a las aguas

superficiales los parámetros a vigilar son: PH, DBO, DQO, nitratos y sulfatos; y en cuanto a gases proponen que su concentración no sobrepase el 15% por volumen de aire.

6. PLAN DE MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS MUNICIPIOS ANALIZADOS

El manejo de los residuos sólidos comprende las operaciones de almacenamiento, presentación, recolección, transporte y barrido de vías y áreas públicas.

6.1 ALMACENAMIENTO

Es la primera labor en el manejo de los residuos sólidos, en estos municipios se hizo notar que sus residuos son almacenados sin ninguna técnica, sin ningún tipo de clasificación, empleando para ello ollas, cajas de cartón, sacos de fique, bolsas plásticas del empaque de productos ya utilizados y otros utensilios que no cumplen con los requerimientos sanitarios y especificaciones de peso (menores de 25 Kg.) para su manejo; por ello se hizo la sugerencia de diversos recipientes de almacenamiento de acuerdo al tipo de sector al que prestarán su servicio (ver cuadro 22).

Cuadro 22. Tipos de recipientes de almacenamiento propuestos a los municipios analizados.

TIPO DE RECIPIENTE	SECTOR A SERVIR EN MUNICIPIOS		
	SAN ESTANISLAO DE KOSTKA	SAN JUAN NEPOMUCENO	TURBACO
Bolsas plásticas	<ul style="list-style-type: none"> • Sectores residencial, comercial, institucional y vías y áreas públicas. • Color verde para reciclables y negro para no reciclables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sectores residencial, comercial, institucional y vías y áreas públicas. • Color verde para reciclables y negro para no reciclables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sectores residencial, comercial, institucional y vías y áreas públicas. • Color azul para reciclables y roja para no reciclables.
Canecas metálicas	Áreas públicas	-	-
Contenedores y unidades de almacenamiento.	-	Áreas públicas.	Áreas públicas.

Fuente. Las autoras

Como se ve en el cuadro 22, las alternativas de almacenamiento en bolsas plásticas coincide para estos tres municipios, debido a las facilidades de manejo y eficiencia en las labores de recolección*.

Las propuestas de almacenamiento en estos municipios incentivan a los programas de reciclaje en la fuente, mediante la utilización de bolsas de diversos colores para una correcta clasificación de los residuos.

En el municipio de Sincé se utilizan como recipientes de almacenamiento de basuras sacos de fique, cajas de cartón y madera, tanques, valdes, bolsas plásticas y otros; por lo que se propuso la utilización de bolsas plásticas en los diferentes sectores del municipio y la utilización de recipientes plásticos para las instituciones y el sector vías y áreas públicas.

6.2 FORMAS DE PRESENTACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Son diversas las formas en las que los usuarios del servicio de aseo pueden presentar sus basuras para su posterior recolección, la cual influye directamente con la eficiencia del proceso de recolección.

Cuadro 23. Tipo de presentación de basuras propuesta en municipios analizados.

SECTOR SERVIDO	TIPO DE PRESENTACIÓN EN MUNICIPIOS		
	SAN ESTANISLAO DE KOSTKA	SAN JUAN NEPOMUCENO	TURBACO
Sectores residencial, comercial, institucional, industrial y vías y áreas públicas	Acera	Acera	Acera
Lugares de difícil	Esquinas de las calles.	Esquinas de las calles.	Esquinas de las calles.

* Las bolsas plásticas ahorran 0,25 minutos en su manejo en las labores de recolección en comparación con otras alternativas.

acceso			
--------	--	--	--

Fuente. Las autoras

Del cuadro 23 se ve que la mejor forma de presentación de las basuras es en la acera de cada edificación, lo cual facilita la operación de recolección porque no se pierde tiempo en la toma de las bolsas de basura en cada ruta, al contrario si se tuviese que entrar a las edificaciones por las respectivas bolsas. Para los lugares de difícil acceso por el estado o amplitud de las vías la mejor manera de presentación es en las esquinas de las calles, mediante la utilización de unidades de almacenamiento correspondientes.

En el municipio de Sincé también se propuso la presentación en aceras y en esquinas de las casas para los lugares de difícil acceso, por la eficiencia del proceso de recolección.

6.3 EQUIPOS DE RECOLECCIÓN DE BASURAS

Se ha propuesto en estos municipios la recolección de basura mediante camiones compactadores, tractores con vagones (ver cuadro 24) y otros vehículos aptos para la operación de recolección.

Cuadro 24. Equipos de recolección propuestos en municipios analizados

MUNICIPIO	VEHÍCULO	CAPACIDAD	CANTIDAD DE	NÚMERO DE
------------------	-----------------	------------------	--------------------	------------------

		(TON)	BASURA A RECOLECTAR (KG/DIA)	VEHÍCULOS
San Estanislao de Kostka	Tractor con vagón	8	4.724,66	1
San Juan Nepomuceno	Camión compactador	3,65	5.886,90	2
Turbaco	Camión compactador	6,5	17.046,84	2

Fuente. Las autoras

La alternativa de los equipos de recolección para estos municipios está relacionada con la capacidad de almacenamiento del vehículo recolector, el número de vehículos y la cantidad de basura a recolectar. En el municipio de San Estanislao de Kostka se escogió el tractor con vagón con una capacidad mayor que los vehículos de los otros dos municipios porque estará destinado a recoger la basura reciclable y no reciclable, además de que se dispuso de un solo vehículo; mientras que para San Juan Nepomuceno y Turbaco se escogieron 2 vehículos con capacidad menor, debido a sus mecanismos de compactación, destacándose la baja capacidad del vehículo de San Juan Nepomuceno (3,65 Ton) , debido a que el vehículo estará destinado a recoger la basura no reciclable, diferente al municipio de Turbaco que recogerá los dos tipos de basura.

Además del camión compactador en el municipio de Turbaco se propuso la utilización de triciclos para la recolección de basuras en calles de difícil acceso, los cuales están conformados por una carreta no motorizada de tres ruedas y cuyo desplazamiento está a cargo de una persona denominada conductor - recolector; una alternativa barata, pero influye en la disminución de la eficiencia del proceso.

En el municipio de Sincé, operan dos tractores que arrastran consigo dos vagones con capacidad de una tonelada para cada uno, escogido este tipo de vehículo porque el municipio es propietario de uno de esos tractores, además porque poseen la capacidad de recolección necesaria.

6.4 FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN

La frecuencia de recolección se hizo teniendo en cuenta la PPH y el clima promedio de la región (ver cuadro 25).

Cuadro 25. Frecuencias de recolección propuestas en los municipios analizados

MUNICIPIO	PPH (Kg./Hab - día)	POBLACIÓN (HABITANTES)	FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN (VECES/SEM)	CLIMA (°C)
San Estanislao de Kostka	0,46	10.271	3	32

San Juan Nepomuceno	0,31	24.189	2	27
Turbaco	0.337	50.659	2	28

Fuente. Las autoras

En el cuadro 25, se hace notar que la frecuencia de recolección propuesta para el municipio de San Estanislao de Kostka es mas alta que la de San Juan Nepomuceno y Turbaco, influenciada por un mayor índice de PPH en la generación de basuras, si la frecuencia de recolección en este municipio fuese menor implicaría un mayor volumen de basura acumulada a la hora de la recolección, haciéndose difícil el proceso porque posiblemente excedería los límites de peso sugeridos para el manejo de cargas (25 Kg.) ó el mayor número de bolsas por residencia aumentaría el tiempo de paradas del vehículo recolector, influyendo en el cansancio y fatiga de los trabajadores, lo cual afectaría la eficiencia de la labor de recolección.

El clima es otro factor que influye en la frecuencia de recolección, en el municipio de San Estanislao de Kostka la frecuencia es mayor porque es influenciada por su temperatura promedio, la cual es mas elevada que en los otros dos municipios, por los tanto el ciclo de descomposición de la basura en este municipio se hace mas acelerado; una menor frecuencia incidiría en la proliferación de vectores sanitarios, tales como moscas, mosquitos, ratas y otros, que afectarían la salud de la comunidad.

En el municipio de Sincé la frecuencia de recolección propuesta fue de dos veces por semana, debido a su alto índice de producción de basura, ya que la frecuencia que tenía establecida de una vez por semana provocaba grandes acumulaciones de basuras que incidían en la proliferación de vectores sanitarios y además el clima promedio de la región contribuía a la rápida descomposición de las mismas.

6.5 PERSONAL REQUERIDO PARA LA RECOLECCIÓN Y BARRIDO DE CALLES

Las personas involucradas en la operación de recolección conforman una cuadrilla y siempre acompañan al vehículo recolector (ver cuadro 26); el personal encargado del barrido de calles y vías públicas son comúnmente denominados escobitas (ver cuadro 27).

Cuadro 26. Tipo de cuadrilla propuesta en los municipios de referencia

MUNICIPIO	CUADRILLA (NÚMERO DE PERSONAS)
San Estanislao de Kostka	2
San Juan Nepomuceno	2
Turbaco	3

Fuente. Las autoras

Para pequeñas municipalidades es muy común y recomendable el tipo de cuadrillas conformadas por dos personas para las labores de recolección, en la que cada operario recoge las basuras a cada lado de la calle haciendo más eficiente la labor.

En el municipio de Sincé las cuadrillas de recolección son de tres operarios, para cada vagón de recolección.

El tipo de cuadrilla de 3 operarios no es muy recomendable para estos municipios, porque se ha visto que son solo dos los que trabajan, lo cual implicaría una mayor carga laboral con la misma eficiencia.

❖ **Barrido de vías y áreas públicas:** En estos municipios el tipo de barrido seleccionado fue el manual, debido a los altos costos y falta de infraestructura para el barrido mecánico.

Cuadro 27. Cuadrilla de barrido y limpieza propuesta en los municipios de referencia.

MUNICIPIO	NÚMERO DE ZONAS	DISTANCIA ZONA (METROS)	CANTIDAD DE ESCOBITAS
San Estanislao de Kostka	1	14.400	8
	2	14.400	8
San Juan Nepomuceno	1	11.200	6
	2	11.200	6
	3	11.200	6
Turbaco	1	4.200	2
	2	7.740	4
	3	5.040	3

Fuente. Las autoras

El número de zonas en las que se dividieron estos municipios, fue en función de su densidad poblacional. El municipio de San Estanislao de Kostka se dividió en dos zonas de gran magnitud, debido a que sus habitantes viven mas dispersos unos de otros, lo contrario a los que sucede con Turbaco, donde habitan mayor número de personas por metros cuadrados; teniendo en cuenta lo anterior el número de escobitas se escogió en función de los metros de vías a barrer para cada zona definida, notándose un mayor número en el municipio de San Estanislao de Kostka, por la gran distancia de vías a barrer.

En el municipio de Sincé solo trabajan dos escobitas , encargados de barrer la plaza principal todos los días , además están encargados de barrer parques, centros deportivos y lugares en los que se desarrollan eventos públicos con una frecuencia de dos veces por semana.

❖ **Horarios de recolección:** Los horarios propuestos a estos municipios estuvieron influenciados por las facilidades de la recolección, teniendo en cuenta el tráfico vehicular y el cumplimiento de las disposiciones legales.

Cuadro 28. Horarios de recolección propuestos a los municipios analizados

ACTIVIDAD	HORARIO DE RECOLECCIÓN EN MUNICIPIOS
-----------	--------------------------------------

	SAN ESTANISLAO DE KOSTKA	SAN JUAN NEPOMUCENO	TURBACO
Recolección sectores residencial, comercial, institucional e industrial	6:00 A.M. - 11:00 A.M.	7:30 A.M. - 12:00 meridiano.	7:00 A.M. - 12:00 meridiano. 1:00 P.M. - 3:00 P.M.
Barrido de vías y áreas públicas	5:00 A.M. - 1:00 P.M.	5:00 A.M. - 1:00 P.M.	4:00 P.M. - 1:00 A.M.
Recolección de vías y áreas públicas	1:00 P.M. - 4:00 P.M.	2:00 P.M. - 5:30 P.M.	10:00 P.M. - 1:00 A.M.

Fuente. Las autoras

Del cuadro 28 se puede observar que los horarios de recolección de los sectores residencial, comercial, institucional e industrial es diferente al de vías y áreas públicas, lo cual se debe a la existencia del Decreto 0605 de 1996; el cual imposibilita la recolección de los residuos de estos sectores conjuntamente.

En el municipio de Sincé la recolección de las basuras se hace en el horario de 6:00 a.m. a 12:00 meridiano para cada sector, cumpliendo con la reglamentación expuesta anteriormente.

Es recomendable realizar las labores de barrido de vías en las horas de la mañana o entrada la tarde, debido al clima benigno de esas horas, sobre todo en estos

municipios donde las temperaturas varían entre 27 y 32°C, además ayuda al mantenimiento estético del municipio porque los residuos serán retirados antes de comenzarse las actividades de todos los días.

6.6 TRATAMIENTO A LOS RESIDUOS HOSPITALARIOS

En los municipios de referencia existen entidades de salud que contribuyen en la generación de residuos a los cuales se les propone dar un tratamiento especial por ser residuos contaminados (patógenos).

En todos estos municipios se sugiere la utilización de bolsas señalizadas de color diferente al negro para el almacenamiento de estos residuos, los cuales serán incinerados y sus cenizas depositadas en el relleno sanitario.

7. ANÁLISIS DE COSTOS EN LOS PROYECTOS PROPUESTOS PARA LOS MUNICIPIOS DE REFERENCIA

Los costos para estos proyectos se muestran en el cuadro 29.

Cuadro 29. Costos de inversión y administración propuestos en los municipios de referencia.

	MUNICIPIOS
--	-------------------

COSTOS	SAN ESTANISLAO DE KOSTKA	SAN JUAN NEPOMUCENO	TURBACO
Estudio y diseño	\$ 3'500.000	\$ 2'456.000	\$ 1'500.000
Adquisición de terrenos	\$ 6'000.000	\$ 12'000.000	\$46'040.000
Adecuación de terrenos y obras complementarias	\$ 50'000.000	\$ 88'339.000	\$449'543.248
Equipos y herramientas	\$ 154'525.300	\$ 352.224.600	\$ 158'912.100
Muebles y equipos de oficina	\$ 18'044.460	\$22'544.000	\$ 18'550.000
Clausura botadero actual	-	\$ 3'200.000	\$2'500.000
Total costos de inversión	\$ 232'069.760	\$ 480'763.600	\$ 677'045.348
Costos de administración			
Costo de mano de obra indirecta	\$ 71'085.874	\$ 94'172.610	\$ 71'675.040
Costos generales de administración	-	\$ 7'650.000	\$ 8'860.000
Costo anual mano de obra directa	\$ 60'390.724	\$ 150'487.363	\$ 133'164.469
Ingresos			
Materiales reciclables	\$ 20'493.958	-	\$76'336.714
Tarifa	\$ 122'548.035	\$ 494'537.904	\$ 480'505.049

Fuente: Las autoras

En cuanto a los costos de inversión total se nota una mayor inversión en Turbaco, debido a que este municipio tiene mayor adquisición de terrenos, ya que a diferencia de los otros dos municipios aparte de las construcciones auxiliares del relleno, construyen un centro de acopio para los materiales reciclables y una estación de transferencia.

Referente a los costos de muebles y equipos se observa un incremento en el municipio de Turbaco con respecto al municipio de San Estanislao de Kostka y otro incremento en el municipio de San Juan Nepomuceno con respecto al de Turbaco, debido a que los estudios de cada uno de estos proyectos se realizó con

intervalos de un año entre ellos, lo cual incurre en el precio de los equipos a adquirir.

Con referencia a los equipos y herramientas se observa una gran diferencia en el municipio de San Juan Nepomuceno, debido en su estudio sugieren la compra de dos camiones compactadores para la recolección de basuras. Mientras en San Estanislao de Kostka sugieren la compra de un tractor con vagón y en Turbaco la compra de un camión compactador y triciclos; cuyos precios no alcanzan a igualar la compra de los dos camiones especializados de San Juan.

En cuanto a la adquisición de terrenos es mayor en Turbaco debido a que en este municipio se sugiere la compra de 4 hectáreas mientras en los otros municipios es menor cantidad de terrenos y el precio es otro factor que varía dependiendo de la región y la calidad de sus suelos; por tanto la adecuación y las obras complementarias de estos, es más elevada en el municipio de Turbaco.

La parte de tarifas a cobrar en estos municipios sugieren ser subsidiados los estratos menores y aparte ser cobrados junto con otro servicio de preferencia la energía eléctrica para su fácil recaudación.

Los ingresos que recibirán estos municipios, según las propuestas hechas en sus estudios aparte de la tarifa a cobrar a los usuarios incluye los ingresos que recibirán por concepto de implementación de proceso de reciclaje (venta de materiales a reciclar).

8. ANÁLISIS DE LAS VISITAS A LOS MUNICIPIOS DE REFERENCIA

8.1 VERIFICACIÓN DE LOS ADELANTOS EN EL MANEJO DE LAS BASURAS EN LOS MUNICIPIOS DE REFERENCIA

En las visitas realizadas a los municipios que sirvieron de base para nuestro estudio, pudimos constatar que en los municipios de San Estanislao de Kostka y Turbaco no se ha dado ningún avance en cuanto al manejo de sus basuras, por lo

tanto siguen utilizando las mismas practicas inadecuadas para su disposición tales como:

- Tirar las basuras a los ríos.
- Arrojar las basuras en la carretera.
- Incinerar las basuras en los patios de las casa y carreteras.
- Dar esta como alimento a los animales.

Los proyectos de estos dos municipios fueron sometidos a estudios de evaluación en Cardique, para que esta entidad le preste su apoyo en el desarrollo de los mismos.

En el municipio de San Juan se están disponiendo las basuras en un terreno en el que se les da cobertura, pero no cuenta con los requerimientos técnicos para su buen funcionamiento (chimeneas de gases y conductos para el manejo de lixiviados).

El municipio de Sincé es el más adelantado en cuanto al manejo de sus basuras, ya que cuenta con un relleno sanitario el cual esta en la mitad de su vida útil, además adelanta programa de reciclaje comercializando estos materiales en Barranquilla (fabrica de cartones), Medellín (Peldar), Santa fé de Bogotá (Conalvidrio) y Cartagena (Fabrica de Plásticos del Caribe). Las comercialización de estos materiales se hace a través de la Asociación de Recolectores de la Costa

Norte "ARCON", la cual se encarga de realizar los contratos con las fabricas; por lo cual se hace merecedora de una comisión del 2% del total de la venta.

Además de lo anterior Sincé cuenta con un programa de reciclaje de materia orgánica, a través de la empresa SERES la cual se encarga de reciclar rumen de ganado, hojas secas y papeles no reciclables los cuales los someten a un proceso de descomposición para mezclarlos entre sí y formar un compostaje (para mayor información consultar capítulo 6 segunda parte) el cual es utilizado como base para la alimentación de un cultivo de lombrices (lombricultura), el cual genera abono orgánico (humus), que es comercializado a nivel local y utilizado en su propio cultivo de hortalizas (propiedad de los trabajadores de la empresa SERES).

8.2 PERFIL DE NECESIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO COMO ALTERNATIVA DE DISPOSICIÓN FINAL

En el diario vivir el hombre realiza actividades en las que hace uso de cierta cantidad de recursos, generando a la vez cantidades de residuos, a los cuales si no se les da a tiempo un manejo adecuado provocaría problemas de orden ambiental y sanitarios afectando directamente a la población que los ha generado.

Con el fin de mitigar los anteriores problemas, se hace necesario la adopción de un plan que ayude al mejoramiento en la calidad de vida de las comunidades en relación con las basuras.

En el diagnóstico realizado en la primera parte de este proyecto se analizaron los municipios en los cuales se han realizado proyectos relacionados con el manejo de basuras, en los cuales se llegó a la conclusión que la mejor manera de disposición final de estos residuos es el relleno sanitario, acompañado de un plan integrado por el almacenamiento, presentación y recolección de los residuos, para ser llevados al sitio de disposición final. Los anteriores estudios dieron las pautas en el desarrollo del modelo propuesto en la segunda parte de este proyecto.

A través del análisis realizado a los estudios de referencia se pudo establecer los siguientes requerimientos para el desarrollo de un plan de manejo de residuos sólidos:

- Análisis de la situación actual referente al manejo de las basuras en la población analizada, seguido de un estudio para determinar la cantidad y calidad de las basuras generadas en esta (ver capítulo 1).
- Estudio para la selección de la ubicación del relleno sanitario como método de disposición final, a través del análisis de una serie de factores (ver capítulo 2).
- Estudio topográfico para la selección y construcción del tipo de relleno sanitario a desarrollar.

- Establecer un plan para el manejo integral de los residuos sólidos, constituido por el almacenamiento, presentación y recolección de los mismos.
- Establecer la estructura organizacional para la administración del servicio de aseo en una localidad.
- Desarrollo de planes para el aprovechamiento de las basuras.
- Desarrollo de programas de higiene y seguridad industrial para el personal implicadas en el manejo de los residuos sólidos.
- Estudios de costos de inversión, administrativos y de puesta en marcha del proyecto.

Determinados los anteriores parámetros, es necesario seguir una metodología para el desarrollo del proyecto, la cual enunciamos a continuación y será detallada en la segunda parte de éste proyecto.

❖ **METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE UN RELLENO SANITARIO.**

A continuación detallamos los puntos precisos para realizar un estudio metódico sobre el terreno seleccionado en principio y de todas las obras y servicios que deben ser instalados.

Etapa 1

- ◆ Recopilación de la información.
 - Información municipal.
 - Clasificación, verificación y sistematización de la información.

- ◆ Situación actual.
 - Características demográficas, urbanísticas, sociales y ambientales.
 - Características de la recogida de basuras.
 - Análisis de la situación.
 - Zonas servidas por la recogida de basuras.
 - Zonas no servidas o de servicio eventual.
 - Vertedero actual.

Etapa 2

- ◆ Prospección a 10 años.
 - Extensión de servicios de recogida.
 - Crecimiento demográfico.
 - Modificación del nivel de vida.

- Proyección de los sectores comerciales, institucionales e industriales.
- Cambios en la cantidad y composición de las basuras.

- ◆ Utilización del vertedero actual.

- Necesidad del material para cubrir la basura.
- Existencia de material para cobertura.
- Formas de acarreos y mezclas.

- ◆ Nuevos lugares para rellenos sanitarios.

- Determinación de posibilidades.
- Capacidades.
- Disponibilidad de materiales para cobertura.
- Estudios sanitarios, económicos, técnicos y sociales para seleccionar las áreas más apropiadas.
- Compactación masiva.
- Otros medios de eliminación.

Etapas 3

Proyecto del relleno óptimo.

◆ Planos de áreas apropiadas.

- Realización de levantamientos topográficos y plano a escala adecuada.
- Preparación de mosaicos aéreos si fuera necesario.
- Determinación de la capacidad y vida útil de las áreas.
- Caminos de acceso.
- Desagües.
- Ubicación de instalaciones complementarias.

◆ Estudios geológicos.

- Disponibilidad de tierras para la cobertura.
- Exámenes geológicos de los terrenos.
- Cubicaje.
- Determinación de la calidad de las tierras.
- Evaluación de los factores geológicos en la excavación.
- Influencia en la contaminación de las aguas.
- Perforaciones en profundidad y cantidad necesarias.

◆ Cubierta de tierra.

- Análisis de tierras de cubierta.
- Clasificación de las tierras. Tipos alternativos.

- Distancias.
- Flota necesaria.
- Comprobación de los requerimientos: sellado estanco, hermético, libre de materiales putrescibles, etc.

◆ Contaminación de aguas.

- Escurrimiento de las mismas.
- Determinación de la probabilidad de contaminación.
- Soluciones para evitarlas: desviación de aguas, drenajes, rellenos, etc.
- Disponibilidad de áreas alejadas.

◆ Equipos para relleno.

- Determinación del tipo de equipo.
- Determinación de la cantidad y capacidad.
- Comportamiento en las distintas operaciones: excavación, transporte y compactación.
- Comportamiento en distintas condiciones climáticas.

◆ Planes y especificaciones.

- Urbanización de las áreas rellenadas.
- Viviendas, industrias, centros comunitarios.
- Parques, áreas verdes.
- Prevención de sanidad ambiental.

Preparación del área a rellenar.

-
- ◆ Accesos y circulación interna.

- Condiciones topográficas.
- Trazado y obras básicas.
- Desagües.
- Diseño de pavimentos.
- Tipo y tamaño de la flota.
- Diseño de líneas de descarga.
- Circulación interna.
- Posibles variantes de circulación.

- ◆ Obras de abrigo para equipos.

- Talleres de mantenimiento.
- Almacén de repuestos y suministros.

- ◆ Comodidades para el personal
- Oficinas.
- Uniformes y elementos de protección personal.

- ◆ Instalación de pesaje.

- Básculas.
- Cabina de control.
- Programación de registros.

- ◆ Protección contra incendios.

- Determinación de equipos.

Operación de relleno

- ◆ Control de acceso de personas
- Normas de control.

◆ Descarga.

- Control de descarga.
- Estudio de costos de operación.

◆ Dispersión y voladura de residuos.

•

- Control de papeles y volantes.

◆ Distribución y compactación de la basura.

•

- Zanjas.
- Determinación de espesores óptimos.
- Compactación.
- Equipos apropiados.

◆ Profundidad del relleno.

- Determinación del espesor total óptimo para cada área.
- Recomendación basándose en experiencias conocidas.

◆ Cobertura diaria.

- Calidad del material de cobertura.
- Determinación del espesor de cobertura diaria.
- Compactación.
- Densidad adecuada.
- Prevención de penetración de roedores, moscas y gallinazos.
- Emisión de olores.

◆ Cobertura intermedias.

- Calidad del material de cobertura.
- Compactación.
- Mantenimiento.

◆ Cobertura final.

- Calidad del material de cobertura.
- Determinación de espesores necesarios.
- Compactación a densidad adecuada.
- Mantenimiento.

◆ Mantenimiento del equipo para relleno.

- Rutina de mantenimiento.
- Programa de emergencia.

- ◆ Materiales contaminantes.

- ◆ Grandes desechos.

- ◆ Incineración.

- ◆ Recuperación de materiales.
-
- Criterios y normas para su posible ejecución.

- ◆ Control de plagas.

- Criterios de verificación, control y eliminación.

- ◆ Control de polvo.

- Métodos y equipos necesarios.

- ◆ Drenajes de las aguas de superficie.

- Estudio y esquema de los desagües.

- ◆ Terminación y mantenimiento del área rellenada.

- Perfilado final.
- Período de mantenimiento.

- ◆ Supervisión de las operaciones.

- Normas y criterios para el personal de supervisión.

- ◆ Presencia de animales.

- Métodos para su exclusión.

- Seguridad y prevención de accidentes.

- Educación preventiva del personal.
- Primeros auxilios.

- ◆ Inspección y evaluación de la salubridad.

- Normas y criterios para las inspecciones y evaluación de la salubridad.

4. OPERACIÓN Y CONTROL DEL RELLENO SANITARIO MANUAL

4.1 OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO MANUAL

La disposición final de los residuos sólidos se inicia en el momento que el vehículo recolector se dirige desde el final de su ruta al frente de trabajo en el relleno sanitario; al llegar al frente se procede a la descarga de los residuos sólidos por parte del conductor a través del sistema de descargue del vehículo, luego los integrantes de la cuadrilla de recolección avisarán a éste cuando el camión haya finalizado la labor de descargue de los residuos, posterior a esto, los operarios del relleno procederán a esparcir y nivelar la basura con rastrillos, moviéndola de arriba hacia abajo, luego el operario compactará los residuos allí dispuestos por medio de un pisón de mano y rodillos, apisonando capas de 0,20 a 0,30 m de espesor, hasta darle una relativa uniformidad a la celda; operación verificada por el supervisor del relleno. Después el operario recubrirá los residuos con el material de

cobertura y procederá a la compactación del mismo, siendo verificada estas operaciones por el supervisor del relleno, éste procedimiento será realizado cada vez que se dispongan los residuos sólidos en el frente de trabajo (ver figura 25).

El esparcimiento y compactación debe hacerse en capas horizontales y se colocarán en pendiente 12 (horizontal) por 1 (vertical), lo cual proporciona mayor grado de compactación, mejor drenaje superficial de aguas lluvias, menor consumo de tierra, mejor contención y mayor estabilidad al relleno. El asentamiento total de cada celda debe desarrollarse uniformemente, por lo que el operador deberá en lo posible evitar los asentamientos diferenciales, pues éstos crean bolsas de agua, incrementan la necesidad de mantenimiento de vías y del relleno sanitario terminado. Para evitar esto es conveniente la mezcla de los residuos húmedos y blandos con los secos y duros, antes de la compactación.

4.2 CONTROL DEL RELLENO SANITARIO

El diseño de un relleno sanitario debe considerar, como prioridad el control de las fuentes potenciales de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, del suelo y del aire, así como también debe prevenir cualquier daño a los organismos vivos y a las personas que se encuentren presentes en la zona de influencia del sitio de disposición de residuos.

Conviene durante la etapa de operación del relleno o previa a esta, desarrollar programas o medidas que permitan controlar entre otros los siguientes aspectos:

4.2.1 Control de insectos, roedores y gallinazos (ver figura 26). La presencia de vectores es un indicador del mal manejo del relleno sanitario.

Los vectores se eliminan con una buena operación y no con insecticidas ni rodenticidas que aunque momentáneamente disminuye el problema, lo complica a corto, mediano y largo plazo por los cambios biológicos que producen, además su constante uso desarrollaría en estos una resistencia a estos métodos de eliminación. El control de estos vectores está directamente influenciado por el buen manejo del material de cobertura.

La primera medida de control de estos vectores consiste en la colocación de la capa de cobertura. A pesar de la gran importancia que se le da a la colocación del material de cobertura pueden presentarse en el relleno problemas con los insectos ya que aguaceros fuertes pueden rodar el material de cobertura en algunos sectores del mismo y la humedad excesiva en el material almacenado puede ocasionar un ambiente propicio para la reproducción de estos. En estos casos el control de insectos puede realizarse mediante el uso adecuado de insecticidas en polvo con aspersión manual en zonas específicas (el permanganato de potasio es uno de los tóxicos que se suele utilizar, para controlar el crecimiento de plagas).

El control de roedores debe ser orientado primordialmente a la prevención de acceso y refugio de estos, ya que es prácticamente imposible que la operación de un relleno se

encuentre completamente libre de roedores. Su objetivo del es limitar la población de roedores al mínimo posible y evitar reclamos de los propietarios de predios vecinos.

4.2.2 Control de incendios. La combustión de sólidos puede representar un problema serio. En caso de que se presente combustión, las capas de residuos sólidos deben ser cubiertas preferiblemente con suelo hasta que el fuego se extinga totalmente.

Adicionalmente podrá utilizarse líquido lixiviado por medio de la red de bombeo de las lagunas de evaporación.

Los incendios en los rellenos son extremadamente difíciles de extinguir. Si ocurre un incendio en la celda en construcción, la colocación de residuos sólidos en ese sitio debe suspenderse inmediatamente. El residuo en combustión debe separarse del resto del relleno hasta que sea extinguido con agua o recubierto con tierra.

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

4.2.3 Control de Lixiviados. Se deben realizar medidas de control tales como la extracción del material fino arrastrado por las aguas que precolan del interior del relleno porque de lo contrario los drenajes se obstruirían y el líquido se escurriría a la superficie.

Además debe verificarse constantemente el potencial de hidrógeno (pH), el cual debe permanecer próximo a su neutralidad, la variación de éste originaría una caída de la actividad microbiana y por tanto una disminución del tiempo para la estabilización biológica.

4.2.4 Control de papeles y plásticos. Para controlar los papeles y plásticos que transporta el viento en la operación de vaciado, siempre se debe mantener en la dirección de donde provenga 4 o más mallas (ver figura 27), para que capturen los materiales que son arrastrados ; estas mallas se pueden hacer de alambre calibre 10 con huecos de 2 pulgadas, longitud de 2 metros y altura de 2 metros.

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

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

4.2.5 Control de Gases. Las chimeneas se deforman e inclinan por acción de los asentamientos del terreno, el tránsito vehicular por encima de las celdas y demás, por ello es necesario mantener las chimeneas verticales a medida que aumenta el nivel del relleno sanitario, evitando de esta manera su obstrucción y pérdidas.

4.2.6 Control de Aguas. El líquido contaminado del relleno es colectado por los drenes específicos, converge para un pozo de acumulación y es conducido al tratamiento proyectado.

El sistema será bueno si las aguas próximas no contienen contaminantes del relleno sanitario y esto se verificará periódicamente a través del análisis de muestras recolectadas de la capa freática y de cursos de agua próximos hasta 200 metros siguiendo la pendiente de la capa freática.

Los puntos de recolección de muestras de agua deben definirse en el proyecto y revisarse en la práctica. Las aguas deben analizarse antes de ingresar el residuo sólido en el lugar, para la comparación de los análisis posteriores.

4.2.7 Control de Aguas de escorrentía. La presencia de los drenes de esta agua exige el mantenimiento y limpieza de los mismos para controlar la producción del líquido lixiviado en el relleno.

4.2.8 Control de Vías internas y de acceso. Las vías de acceso al relleno y aquellas presentes en su interior se deben mantener en buen estado, utilizando residuos de demoliciones, entre otros, de tal manera que su estado sea apropiado en cualquier estado del tiempo y por tanto no disminuya la eficiencia de las operaciones en el relleno sanitario.

4.2.9 Control de Construcción del relleno. Periódicamente (cada seis meses, por ejemplo) se deben levantar puntos de la superficie rellenada para poder trazar perfiles y confrontarlos con el proyecto. Los desvíos son interpretados, evaluándose la construcción y el proyecto para una toma de decisión. Tales levantamientos permiten el desarrollo del relleno y drenes.

4.2.10 Control de manejo de residuos sólidos especiales. Ciertos tipos de residuos sólidos requieren un tratamiento especial en su disposición.

Otros tipos pueden aprovecharse ventajosamente dentro del relleno y deben separarse. Los siguientes tipos de residuos sólidos requieren operación especial.

4.2.10.1 Animales muertos: Los animales pequeños como perros y gatos pueden incorporarse generalmente en el relleno sin un tratamiento particular.

Los animales voluminosos como vacas y caballos requieren de una disposición especial. Estos animales deben colocarse en el fondo de la celda o al final de las operaciones del día en el área que va ser rellenada el día siguiente. El animal debe cubrirse inmediatamente con un mínimo de 0,60m de material de suelo, antes de la colocación y compactación de residuos sólidos sobre él. El contacto entre animales muertos y el personal operativo debe eliminarse tan rápido como sea posible.

4.2.10.2 Llantas, colchones y escombros: Estos materiales voluminosos deben colocarse cerca del fondo de las celdas. Los escombros de demoliciones y reparación de vías que son residuos granulares no putrescibles deben almacenarse para su utilización en la construcción de vías temporales, particularmente aquellas de servicios en épocas lluviosas.

4.2.10.3 Residuos de mataderos y frigoríficos: Los residuos generados en el procesamiento de animales pueden aceptarse en el relleno si no se dispone de otras alternativas como utilización de los subproductos para la elaboración de concentrados para animales. Si se depositan en el relleno, se debe prever el menor contacto posible con los operadores y al igual que en la disposición de animales muertos se deben localizar en el fondo de las celdas con capas de material de cobertura superiores a los 50cm. Es deseable que los operadores del relleno exijan que el transporte de este tipo de residuos se realice únicamente durante determinadas horas del día cuando se pueda prestar mayor atención a estos.

4.2.10.4 Residuos de hospital. Hasta donde sea posible estos residuos deben ser llevados a incineradores, pues colocarlos sin ninguna discriminación puede ser peligroso para personas que de una u otra forma los manipulan, ya que pueden ser causas de muertes, epidemias y transmisión de enfermedades.

De no ser factible esta forma de disposición se deberán manejar con mucho cuidado en el relleno.

4.2.11 Medidas de seguridad y control. Debe insistirse en el cumplimiento de algunos puntos como:

- No permitir por razón alguna el acceso al área del relleno de personas y vehículos que no estén aprobados para ello, al menos que sea con autorización.
- Debe controlarse la velocidad de los vehículos para evitar que sea excesiva (Velocidad máxima = 25 Km/hora) y provoque accidente de trabajo.
- Finalizadas las labores de cubrimiento de las celdas, los ayudantes deben proceder a limpiar las zonas de trabajo de elementos que hayan quedado al descubierto los cuales deberán ser enterrados en la próxima jornada.

- Debe darse al personal instrucciones mínimas sobre seguridad industrial, prevención y control de incendios.

- A los trabajadores del relleno se les deberá suministrar una dotación mínima que garantice su protección personal, la cual debe constar de:
 1. Casco: protege a los trabajadores de riesgos como golpes, caídas de objetos, calor, etc.

 2. Guantes: Deben ser resistentes al contacto con objetos filosos, al ataque de sustancias abrasivas, corrosivas, irritantes, etc.

 3. Calzado: Deben ser resistentes, de cuero o caucho según la labor de cada trabajador y con puntera reforzada de acuerdo al uso.

 4. Protector de ojos: Especialmente lentes de seguridad para los operarios del equipo del relleno y los ayudantes.

4.3 PLAN DE MONITOREO

Los programas de Vigilancia y Control son importantes, porque permiten verificar que tan aceptables son las medidas adoptadas para el control de los gases y lixiviados generados en el sitio de disposición y en caso de que ellas fallen, ya sea por inadecuada operación del relleno sanitario o por mantenimiento deficiente, detecta el flujo de contaminantes y

permite tomar las medidas correctivas que sean necesarias para la preservación del medio ambiente.

Por lo general en los rellenos sanitarios se establecen programas de monitoreo concernientes a la generación de lixiviados y las emisiones de gases por parte del mismo.

4.3.1 Lixiviados. El monitoreo de éste parámetro se hace con el fin de determinar la efectividad del método empleado para su control, para ello se instalan pozos en las afueras del relleno, los cuales se conectaran a éste por drenes verticales y horizontales que conducen los líquidos provenientes del relleno a estos pozos, en ellos se realiza un muestreo analizando los parámetros especificados en el cuadro 34).

Cuadro 34. Monitoreo de lixiviados

FÍSICOS	CONSTITUYENTES ORGANICOS	CONSTITUYENTES INORGÁNICOS	BIOLÓGICOS
Aspecto	Químicos orgánicos.	Sólidos en suspensión (SS), sólidos totales disueltos (STD).	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).
pH	Fenoles	Sólidos volátiles en suspensión (SVS). Sólidos volátiles disueltos (SVD).	Bacterias coliformes (total, fecal, fecal estreptococo).

Potencial de Reducción oxidación	Demanda química de oxígeno (DQO).	Cloruros.	Recuento sobre placas estándar.
Conductividad	Carbono orgánico total.	Sulfatos	-
Color	Ácidos volátiles.	Fosfatos.	-
Turbiedad	Taninos, ligninas	Alcalinidad y acidez.	-
Temperatura	N - Orgánico	N - Nitrato	-
Olor	Solubles en éter.	N - Nitrito.	
	Sustancias activas al azul de metileno.	N - amoníaco.	
	Grupos funcionales orgánicos según sean requeridos.	Sodio.	
	Hidrocarburos clorados	Potasio.	
		Calcio.	
		Magnesio.	
		Dureza.	
		Metales pesados (Pb, Cu, Ni, Cr, Zn, Cd, Fe, Mn, Hg, Ba, Ag).	
		Arsénico.	
		Cianuro.	
Flúor.			
Selenio.			

Fuente. Tchobanolous et al "Gestión Integral de Residuos Sólidos", 1995

Gases. La emisión de gases por las chimeneas debe ser verificada, determinando la cantidad presente en el aire de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), ácido sulfúrico (H₂SO₄) y amoníaco (NH₃); debido a que el metano es un gas explosivo en concentraciones mayores del 15% por volumen en el aire; se recomienda un control por parte de éste parámetro, evitando de esta manera explosiones e

incendios en el lugar donde funcione el relleno, mínimo con una frecuencia de medición de dos meses al año.

5. PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA UN MUNICIPIO

5.1 ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

El almacenamiento de la basura es la operación con la cual se inicia el proceso del manejo de los residuos sólidos. De su buena operación depende la estética de la vivienda, oficina o industria; la erradicación de insectos y roedores; la eliminación de olores y la eficiencia de recolección entre otros.

Los recipientes para el almacenamiento de los residuos sólidos deben cumplir con las siguientes características:

- No permitir acceso directo de animales a su contenido.
- No permitir la difusión de olores.
- Ser resistente a la manipulación.

- No exceder un peso determinado(25 kilogramos para una persona), con el fin de facilitar su manejo por el personal de recolección.
- Permitir su fácil manejo, especialmente las operaciones de levante, transporte manual y vaciado.
- Presentar un aspecto estético agradable.
- No requerir demasiado mantenimiento.
- Facilitar el rendimiento del personal de recolección
- Permitir el fácil acceso para la empresa.

5.1.1 Alternativas de almacenamiento. Existen diversas alternativas de almacenamiento para los residuos sólidos, las cuales son descritas en el cuadro 35.

Cuadro 35. Alternativas de almacenamiento de los residuos sólidos

Unidad de almacenamiento	Ventajas	Desventajas
Recipiente metálico	<ul style="list-style-type: none"> • Resistente al fuego. • No permite fácil acceso de animales. • Relativa durabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se corroe fácilmente. • Pesado. • Requiere limpieza periódica.
Recipiente plástico	<ul style="list-style-type: none"> • Liviano. • No se corroe. • Fácil manipulación. • Resistente. • Impermeable. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede cuartear. • No es resistente al fuego. • Requiere limpieza periódica. • Vacío se lo lleva el viento.
Bolsa plástica	<ul style="list-style-type: none"> • Higiénica. • Liviana. • No se corroe. • Impermeable. • Bajo costo. • Desechable. 	<ul style="list-style-type: none"> • Frágil. • No es resistente al fuego. • Los animales pueden abrirlas fácilmente.

Fuente. Las autoras

La capacidad de un recipiente para el almacenamiento de basuras debe ser tal que se reduzca al máximo su número por servicio y lo suficientemente liviano

como para que pueda ser manipulado con facilidad por el operador, se recomienda una capacidad de 38 litros (10 galones) para basuras recolectadas separadas 114 litros (30 galones) para basura combinada. Se estima que 25 kg de peso para un recipiente lleno es perfectamente manejable por una persona.

5.1.2 Tamaño de los recipientes de almacenamiento. El tamaño de los recipientes de almacenamiento de residuos sólidos depende de la producción unitaria y la frecuencia de recolección.

El volumen necesario para el almacenamiento de los residuos sólidos en un período determinado, es determinado por la siguiente fórmula:

$$V = \frac{(PPV \times d_m)}{P}$$

Donde:

PPV = Producción per cápita por vivienda.

d_m = Número máximo de días entre días de recolección.

P = Peso específico de los residuos sólidos.

Al volumen obtenido por la anterior fórmula es aconsejable adicionarle entre un 55 y 30% por razones de días pico o intervalos de mayor duración en el proceso de recolección.

5.1.3 Selección Alternativa de Almacenamiento. Se ha demostrado empíricamente que el tiempo que demora una caneca plástica o metálica presentada en la acera en ser depositada en el carro recolector, es de 0.55 minutos, mientras que para una bolsa plástica es de 0,33 minutos, lo que indica un ahorro de tiempo de 0,25 minutos*.

La bolsa plástica es la alternativa más adecuada para el manejo de las basuras por su gran flexibilidad, no permiten la dispersión de las basuras por acción del viento y su bajo costo.

En los diferentes sectores en que se divida el municipio es aconsejable el uso de bolsas plásticas, sobre todo para el sector residencial, para el caso del sector institucional, comercial e industrial también es aconsejable la utilización de unidades de almacenamiento pero cuidando que no se conviertan en tiraderos a cielo abierto.

Se recomienda la utilización de recipientes plásticos para las vías y áreas públicas con capacidad de 200 litros, para efectos de facilitar el vaciado en el carro recolector. Estos recipientes deben ser ubicados en sitios transitados por los

* **Diseño y Valoración de un programa para el Manejo de basuras en el municipio de San Estanislao de Kostka(Arenal). Sierra Sofía, uribe Fernando.**

peatones de las áreas públicas, el material de estos será preferiblemente en plástico o metal por su resistencia, y se utilizarán los colores verde para los residuos reciclables y negro para los residuos no reciclables.

❖ **Dimensiones de la bolsa plástica.** Las bolsas plásticas para esta actividad presentan una medida estándar de 50 centímetros por 70 centímetros, con capacidad volumétrica de 55 litros y podrán soportar un peso máximo de 20 kilogramos.

Se recomienda utilizar bolsas de diversos colores por acción del aprovechamiento; las bolsas de color verde pueden ser para aquellos materiales reciclables, y las bolsas de color negro para restos alimenticios y todos aquellos materiales no aptos para la labor de reciclaje.

5.2 PRESENTACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

El lugar en el cual se coloca el receptáculo para su retirada tiene gran efecto en la velocidad de recolección y, por consiguiente, en el costo de recogerla.

Se sugiere la presentación sobre la acera, al frente de cada edificación, solamente el día destinado para la recolección en esa zona, con el fin de evitar el esparcimiento de estas por parte de animales.

De ninguna manera se debe hacer la recolección en zonas interiores de edificaciones, a menos que se haya acordado con anterioridad con la empresa de Aseo.

Para los lugares de difícil acceso se recomienda la presentación de las basuras en las esquinas más próximas a las edificaciones u otro lugar indicado por la empresa de aseo; facilitando de esta manera la labor de recolección.

Las basuras producto del barrido de vías y áreas públicas deben ser ubicadas por el personal encargado en las aceras de las vías de estas zonas, para su posterior recolección.

5.3 RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

La recolección de los residuos es una labor que a veces suele ser complicada y además costosa; su complejidad se explica por la gran cantidad de factores que influyen directa o indirectamente en este componente y respecto del costo, basta decir que cuesta por lo general entre el 60 y 80% de la gestión total.

El desarrollo apropiado de un sistema de recolección de residuos impone una evaluación de las siguientes variables:

- ◆ Características de la población
- Población y proyecciones.

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

- ◆ Características del municipio

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

- ◆ Características de los residuos sólidos

- Tipo y cantidades producidas.
- Peso específico.
- Cantidad recuperable en la vivienda.
- Cantidad recuperable en el sitio de disposición final.

- ◆ Características del servicio con relación a la recolección

- Responsabilidad del servicio.
- Alcance de la separación de los residuos.
- Puntos de disposición

- Frecuencia de la recolección.
 - Métodos sobre manejo y almacenamiento domiciliario.
 - Organización de cuadrillas.
 - Localización de los recipientes de los desechos.
 - Rendimientos de la recolección.
 - Regulaciones sobre control de la contaminación.
 - Regulaciones del tránsito de las calles.
- ◆ Equipo disponible
- Capacidad de las unidades en peso y volumen.
 - Operación del equipo.
 - Mantenimiento del equipo.

La recolección de los residuos sólidos debe hacerse con respecto a su presentación, para los lugares de difícil acceso es recomendable su recolección en las esquinas más próximas al paso del camión recolector.

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

5.3.1 Descripción del proceso de recolección y transporte. Esta actividad comienza, cuando el conductor recoge y verifica el vehículo de recolección en las instalaciones de aseo, mientras que los miembros de la cuadrilla se alistan con sus implementos de protección personal (uniformes, guantes, tapabocas, entre otros), luego estos junto con el conductor se trasladarán al inicio de la respectiva ruta de recolección. En ese lugar, el conductor anuncia su presencia con toques a la campana del vehículo, alertando a los usuarios de la zona para que presenten las basuras en las aceras de las casas o las lleven a los lugares destinados para este fin. Los auxiliares de recolección recogerán las bolsas a medida que avanza el camión a una velocidad aproximada de 15 Km./hora en la ruta establecida.

Después de recogidas las bolsas, los auxiliares de recolección las ubicarán en el interior del vehículo; cuando es utilizado el tractor con vagón como vehículo recolector, las basuras serán dispuestas en el respectivo compartimento del vagón por los auxiliares de recolección, con el fin de no mezclar los residuos reciclables con el resto de las basuras.

Posterior a este procedimiento, el vehículo se trasladará al relleno sanitario, donde los auxiliares de recolección descargarán los materiales reciclables en las bodegas en las que se reciben estos, luego el vehículo recolector irá a la zona que se encuentre en uso y se procederá al descargue de los materiales.

Al final de la jornada el conductor devolverá a las instalaciones de la empresa de aseo, donde se procederá a la verificación y entrega del vehículo por parte del conductor (ver figura

La recolección y transporte de los residuos sólidos de vías y áreas públicas se hará de la misma forma que la de los otros sectores presentes en la población.

5.3.2 Frecuencia de recolección. La frecuencia de recolección es una variable muy decisiva, debiendo por tanto, ser escogida cuidadosamente con base a la producción por habitante, el clima, la capacidad del servicio y los hábitos y conveniencia de la comunidad.

Por razones de salud y saneamiento ambiental, la frecuencia mínima aceptable de recolección de basuras en sectores residenciales debe ser una vez por semana, un tiempo mayor conduciría a:

- Someter al personal recolector a levantar pesos mayores a 25 Kg. el cual es el límite de recolección.
- Producción de malos olores por la descomposición de los residuos orgánicos.
- Proliferación de moscas, ya que el huevo pasa a larva en época de verano en un tiempo menor que 10 días.

La frecuencia de recolección está determinada por:

$$N = \frac{d_s \times NH \times PHD \times 1.000}{D_{RB} \times V_{RB}}$$

Donde:

N = Frecuencia del servicio en servicio/semana - vivienda.

D_s = Días de recolección por semana.

NH = Promedio de habitantes por residencia.

PHD = Producción por habitante en un día (Kg./habitante - día).

D_{RB} = Densidad de los desechos sólidos en el recipiente en Kg./m³.

V_{RB} = Capacidad del recipiente de basura en litros.

1000 factor de conversión.

La recolección de los desechos de dos veces por semana es muy utilizada en América Latina, en este tipo de frecuencia no se trabaja los domingos por lo que hay que prever un recargo en una de las dos recolecciones semanales.

5.4 Vehículos de recolección. Existe una diversidad de equipos de recolección compuesta por camiones especializados (compactadores), volquetes, tractores, entre otros.

Los equipos más utilizados se enuncian a continuación:

5.4.1 Volquetas

◆ **Ventajas:**

- Por poseer vaciado automático recorta el tiempo de vertimiento de las basuras.
- Es un tipo de vehículo que se le pueden realizar labores de mantenimientos periódicos en la zona, debido a que hay personal capacitado, por su común uso en estas regiones.
- Puede transportar elementos voluminosos.
- Es accesible a repuestos en la zona.

◆ **Desventajas:**

- Altura de cargue inadecuada, aproximadamente de 2,5 metros (lo mas aconsejable es que no pase de 1,8 metros), lo cual hace que la facilidad de operación por parte de los recolectores sea muy poca, dificultándose mas cuando se maniobran recipientes pesados, ocasionando accidentes.
- Cuando es apreciable la cantidad de basura a transportar, se debe ampliar la chaza aumentando su altura de cargue , o acomodar las basuras con detenimientos, hasta alcanzar una carga elevada, implicando cuidados adicionales en el transporte y por lo tanto disminuyendo los rendimientos de la labor de recolección.
- Debe cubrirse con una lona, para evitar el esparcimiento de los residuos a través de la ruta de recolección.

5.4.2 Camiones especializados (con sistemas de arrastre y compactación).

♦ Ventajas:

- Son ideales para la recolección, porque con su mecanismo de compactación permiten transportar una mayor cantidad de basura por viaje con relación a los otros vehículos de igual capacidad.
- Su altura de cargue de 1,10 metros; favorece a la cuadrilla de recolectores.

- Su sistema de compactación permite aumentar la densidad de los desechos hasta 400 Kg./m³, disminuyendo su volumen y por ende el número de camiones.
- Fácil de cargar y descargar.

◆ **Desventajas**

- Se consigue al interior del país, lo que trae consigo que cualquier daño que sufran, paralizaría en un tiempo considerable la labor de recolección.
- En municipalidades pequeñas no habría el personal para su mantenimiento.
- Dificultad para adaptarlos a recolección de múltiples materiales, causando inconvenientes en el programa de aprovechamiento, el mal estado en las vías afectará la vida útil del equipo y ocasionará mayores costos de mantenimiento.
- Altos costos de inversión y operación relacionados con el sistema hidráulico.
- El mecanismo de compactación aumenta el consumo de combustible.

5.4.3 Camión

◆ **Ventajas**

- Existen repuestos y personal para su mantenimiento periódico.
- Bueno para recolección de artículos voluminosos.

◆ **Desventajas**

- Utiliza vaciado manual para la descarga de los residuos sólidos, lo cual afectaría la salud de los operarios y el tiempo de operación del programa de aseo.
- No está diseñado para cualquier tipo de terreno.

5.4.4 Tractor agrícola con vagón

◆ **Ventajas**

- Se puede emplear en el relleno sanitario con la adaptación de accesorios, tales como: cargador frontal, cuchilla, retroexcavadora, rodillo para compactar, permitiendo lograr unos rendimientos más altos en la operación del relleno sanitario.

- Podría utilizarse en algunas labores de obras públicas en el municipio, con lo que se aprovechará al máximo la inversión realizada.
- Existe repuestos y personal capacitado en la zona.
- Puede trabajar en cualquier terreno

◆ **Desventajas**

- Menor facilidad para el desplazamiento en distancias largas.
- Se necesitan lonas, para cubrir la basura.
- Poca maniobrabilidad.

El remolque se puede diseñar, de acuerdo a la capacidad requerida, dependiendo de la cantidad de residuos sólidos a recolectar.

Los remolques del tractor pueden ser de vaciado automático o manual, se recomienda la utilización del vaciado automático porque el vaciado manual aumenta el tiempo de vaciado en el relleno sanitario y afecta la salud de los operarios.

Para calcular la capacidad del vagón se debe tener en cuenta:

- El número de viviendas en la zona de recolección.
- Número de habitantes por vivienda en la zona.
- Producción de desechos por habitantes (PPH).

Con esta información se calcula la cantidad de desechos sólidos producidos por la zona en cuestión , de la siguiente manera:

$$D.S_{\text{zona } x} = \text{Número de viviendas} \times \text{Número de habitantes/vivienda} \times \text{PPH}$$

5.4.5 Características del vehículo recolector. El vehículo para la recolección de los residuos sólidos debe cumplir con una serie de características que faciliten su labor, y contribuyan en su eficiencia, a continuación se mencionan características a tenerse en cuenta para la selección del vehículo recolector:

- Deberá tener estribos adecuados para que el personal pueda acceder al vagón de carga en forma segura y deberá tener superficie antideslizante.
- Tendrá señales bien visibles de cruce y detención.
- Deberá tener buen sistema de frenos, incluso con sistema adicional.

- Deberá estar claramente identificado con logotipo de la empresa que presta el servicio.
- En caso de utilizar como vehículo de recolección un tractor ,el vagón del tractor deberá tener dos compartimentos para los materiales reciclables y no reciclables.
- Tendrá elementos que permitan hacer señales entre la cuadrilla y el conductor
- Debe tener una corneta para avisar a los usuarios la cercanía del vehículo recolector.
- En vehículos destapados se debe tener una tapa para cubrir los desechos, para evitar la dispersión de estos por la acción del viento y protegerlos de la lluvia.

5.4.6 Selección del equipo. En la selección del equipo de transporte intervienen muchas variables de carácter local, como:

- Cantidad de basura: Dependiente de la población y la producción unitaria de basura; su volumen total define la capacidad del equipo.

- Topografía: Influye sobre las especificaciones del equipo, tales como la relación entre el peso bruto y la potencia del vehículo, la transmisión y el tipo de motor.

Las cuestas y pendientes de la vía disminuyen la velocidad a la que puede transitar el vehículo.

- Ancho y estado de las vías: La manejabilidad de un carro recolector depende de su tamaño, radio de giro, e impedimentos físicos externos. Se hace necesario analizar el estado de las vías en cualquier época del año.
- Aspectos climáticos: La humedad y la salinidad del ambiente, dos aspectos críticos especialmente en las ciudades costeras, determinan la calidad del material utilizable para carrocerías y cajas de recolección.

El viento puede fácilmente llevarse la basura cuando se está vaciando los recipientes dentro del receptor de la carrocería.

- Tipo de basura: Determinará en algunos casos la necesidad de especificar una carrocería impermeable al agua, el tamaño de las aberturas de la misma, y la potencia de compactación que se requieren.

- Tipo de recipientes: Si deben atenderse recipientes grandes y pesados, los mecanismos del vehículo deben ser capaces de manejar con seguridad el peso máximo calculado para esos recipientes.
- Velocidad de recolección: el número y la frecuencia de las detenciones en una ruta de recolección, influyen en el tipo de camión a utilizar. Si se multiplica el corto tiempo que se ahorra con cada recipiente, el total resultará considerable.

Además de las anteriores variables, intervienen las variables financieras tales como: valor de compra, el rendimiento, los costos de operación y mantenimiento, vida útil de la caja, etc.

Se debe considerar que los servicios de limpieza disfrutan de poco privilegio en la administración municipal, por tanto;

- La adquisición de las máquinas no será fácil.
- El municipio contará con una o pocas unidades, usualmente sin reserva.
- La temporal no disponibilidad de vehículos sin reserva para el servicio de aseo afectará la disciplina e higiene de la población, debido a que la generación de basura no es interrumpida.

Siendo así, deben preferirse máquinas convencionales, universales inclusive, porque es más probable que cuenten con mantenimiento y abastecimiento de piezas en las ciudades mas cercanas.

5.4.7 Cuadrillas. Es el grupo de empleados o personas que acompaña un vehículo de recolección, todas las cuadrillas se plantean con el conductor excluido.

El número de operarios por vehículo transportados de basura depende de una serie de factores, tales como número de recipientes por localidad, densidad de la población, características del distrito, tiempo disponible para la recolección y empleado en el transporte al sitio de disposición final, número de viajes por día, tiempo necesario para la recolección propiamente dicha (hombres - minuto por tonelada de basura) y tamaño del vehículo recolector.

Generalmente, uno o tres hombres se emplean por vehículo. En este último caso, un hombre trabaja a cada lado del camión para manipular los recipientes y el tercero sirve de receptor; esta disposición se justifica en distritos de alta densidad de población y centros altamente comerciales. Para el caso de un operario, el rendimiento en el proceso de recolección es bajo, por el alto número de detenciones del camión recolector.

Cabe anotar que el número de operarios por cuadrilla de recolección no puede ser normalizado por cuanto depende de los factores anteriormente mencionados, generalmente es utilizado el tipo de cuadrilla de dos hombres, que mantienen un

rendimiento aceptable, en condiciones normales puede ser del orden de 50 min. /Ton.

5.4.8 Horario de recolección. El horario está relacionado con la duración de la jornada de trabajo, que es de 8 horas diarias; se presentan dos alternativas (ver cuadro 35).

Cuadro 35. Horarios de recolección

Diurno		Nocturno
Ventajas	* Menor costo	* Clima mas benigno en zonas cálidas. * Bajo tráfico vehicular.
Desventajas	* Gran tráfico vehicular.	* Mayor costo. * Ruido al manejar los recipientes.

Fuente. Las autoras

Al establecer horarios de recolección se debe tener en cuenta el Decreto 0605 de 1996 , el cual imposibilita la recolección conjunta de los desechos producidos por los sectores residenciales, comerciales, institucionales e industriales y los producidos por el sector de vías y áreas públicas

Para escoger el horario de recolección se debe tener en cuenta el trafico vehicular, capacidad de los camiones recolectores, extensión y topografía de la zona.

Estos horarios de deben mantener lo mas constante posible de manera que facilite las relaciones entre la comunidad y la empresa que presta el servicio de aseo.

5.4.9 Diseño de los itinerarios de recolección. Una vez determinadas las necesidades de equipamiento y mano de obra, hay que fijar los itinerarios de recolección para utilizar así eficazmente tanto a los operadores como al equipamiento. No hay normas fijas que se puedan aplicar a todas las situaciones.

Por lo tanto, actualmente, el diseño de itinerarios de recolección sigue siendo un proceso de sentido común.

Los propósitos que se persiguen con los diseños de itinerarios son los siguientes:

- Dividir la ciudad en sectores, de manera que cada sector asigne a cada cuadrilla de recolección una cantidad más apropiada de trabajo.
- Desarrollar una ruta para cada sector, de modo que facilite a cada cuadrilla llevar a cabo el trabajo con una menor cantidad de tiempo y recorrido.

En la recolección y transporte de los residuos, es de vital importancia definir el ruteo, en el cual debe analizarse:

5.4.9.1 Macroruteo. Fundamentalmente trata de determinar el tamaño de cada una de las rutas (determinadas generalmente en función de las manzanas o vías en kilómetros a servir), en forma tal que la cantidad de trabajo diario realizado por una cuadrilla sea similar a la de cualquier otra.

Los pasos a seguir son:

1. Sobre un plano del municipio, dividir la recolección en grandes zonas lo mas homogéneas posibles en cuanto a sus características de producción de basuras, topografía, tipo de basura y cuyos limites estén determinados por accidentes geográficos o por instalaciones urbanas, como un río o una avenida muy transitada, con el fin de lograr mayor fluidez dentro de las rutas.
2. Considerar todos los movimientos del vehículo recolector y sus tiempos, por lo general los mas comunes son:

T_1 = Chequeo del automotor antes de la jornada.

T_2 = Desplazamiento a la zona a ser atendida.

T_3 = Desplazamiento al relleno sanitario.

T_4 = Descarga de los residuos.

T_5 = Regreso para continuar con la recolección.

T_6 = Regreso al garaje al final de la jornada.

T_7 = Mantenimiento rutinario y reparaciones menores.

T_8 = Toma de refrigerio y alimentación.

3. Determinar el tiempo real o efectivo TR para la recolección de residuos dentro del sector atendido.

$$TR = \frac{[480 - (\sum t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8) + (X - 1)(t_3 + t_4 + t_5)]}{X}$$

donde:

480 = Minutos en el supuesto de una jornada laboral de 8 horas.

X = Número diario viajes para el vehículo recolector.

Como es posible tratar de precisar el tiempo gastado por el chequeo automotor t_1 , el tiempo de mantenimiento rutinario t_7 y el tiempo de alimentación y refrigeratorio t_8 , usualmente se acostumbra a expresar estos valores como un porcentaje (del 15%) del tiempo total, lo cual modifica la anterior expresión en:

$$TR = \frac{[480(1 - \%) - (\sum_2^6 T_i + (X - 1)(T_3 + T_4 + T_5)]}{X}$$

Entre menor sea el valor de X más aumentará TR y por tanto la eficiencia general del servicio tanto en término de cobertura como de costos. Por tanto convendrá mantener a "X " pequeño, lo cual se logra con una buena selección de equipo, cuyo tamaño estará determinado por el tamaño de la ruta tanto en peso como en volumen.

5.4.9.2 Micro ruteo. En este proceso, se traza sobre la ruta y definida cual es la trayectoria de recolección, desde su inicio hasta la terminación (ver figura 29); de tal forma que se efectúe siempre el menor de todos los posibles recorridos, pero en un cubrimiento total, con lo cual se minimiza el tiempo, ahorrando combustible y reduciendo el desgaste del vehículo.

Para su desarrollo es necesario la utilización de las siguientes reglas practicas:

- Las rutas de recolección deberán empezar lo más cerca al garaje.
- Las rutas deberán terminar lo más cerca posible al sitio de disposición final.
- Las calles de intenso tráfico no deberán ser recolectadas en las horas pico.
- El servicio a calles sin salida puede efectuarse desde el segmento de calle principal que ellas interceptan.

- Diseñar el mínimo posible de cruces a la izquierda.
- Las calles sin salida que se recolecten se harán con servicio a pie, con marcha atrás de los vehículos o con vueltas en U.
- Calles con pendientes fuertes serán servidas en el sentido de bajada, por seguridad y economía de combustible.
- Para la recolección de ambos lados de la calle es preferible hacerlo en tramos largos sin vueltas.
- Aún cuando las rutas no deben traslaparse, en los límites comunes se pueden complementar unas con otras.
- Nunca se debe recolectar basura en contra vía.
- Se deben utilizar ciertos tipos de configuraciones de manzanas, como patrones específicos de ruteo, algunos de los cuales se describen a continuación:

Inicia la recolección 

Termina la recolección 

Recolecta basura 

No recolecta basura 

Sentido de tránsito del vehículo 

5.4.10 Cobertura de recolección. Es la parte mas importante del servicio de aseo y la empresa encargada de este, debe conocerla al detalle para tener un índice de eficiencia de los programas de mejoramiento o manutención del servicio. La cobertura se calcula comparando el total de la población del área a la cual se presta el servicio regular, con la población total del municipio o ciudad en la que se esté trabajando.

5.4.11 Rendimiento de la recolección. Mide el tiempo que tomará una determinada cuadrilla bajo condiciones definidas, en la recolección de una cantidad de basura; depende de los siguientes factores:

- Tipo de equipo.
- Mantenimiento del equipo.
- Frecuencia de recolección.
- Número de hombres en la cuadrilla.
- Métodos de recolección.

El rendimiento se mide contando el tiempo transcurrido desde que se recoge el primer recipiente de basura hasta que se recoge el último, el cual, multiplicado por el número total de operarios que intervienen en el proceso de recolección (sin contar con el conductor del vehículo recolector) dará como resultado los minutos - hombre empleados. Midiendo la cantidad de basura recolectada, ya sea en peso o en volumen, se podrá obtener el rendimiento.

La empresa prestadora del servicio de aseo deberá mantener información actualizada sobre los rendimientos y sobre las posibilidades de mejora en cada una de las rutas que se tenga para la recolección.

5.5 Barrido de calles y áreas públicas. La operación de barrido de calles y áreas públicas es una de las principales tareas de las que se encarga la empresa de aseo del municipio.

Las basuras localizadas en lugares públicos y de tránsito vehicular son productos de la falta de conciencia ciudadana respecto a este tema y también por la acción del viento que arrastra consigo objetos de bajo peso por lo general papeles a su paso.

Existen dos tipos de barrido: Barrido manual y barrido mecánico.

5.5.1 Barrido manual. Es el tipo de barrido que realiza un operario dotado de escobas, bolsas, cepillos y bicicletas. Según datos proporcionados por el Consorcio Ciudad Limpia Cartagena, la distancia promedio barrida por un operario a nivel nacional es de 2 Km./jornada.

Este tipo de barrido manual es utilizado en su mayoría por poblaciones menores a 200.000 habitantes.

5.5.2 Barrido Mecánico. Este tipo de barrido es utilizado en poblaciones en las cuales las vías estén bien pavimentadas, tengan un buen alcantarillado de aguas pluviales y que los vehículos no estacionen sobre aquellas vías en las que se realiza la operación de barrido. Su costo de adquisición es bastante elevado por ser importados y necesita de personal capacitado para su manejo.

El rendimiento de este tipo de barrido es superior al barrido manual, puede superar el trabajo de 30 operarios aproximadamente.

5.5.3 Selección del tipo de barrido. Debido a la falta de alcantarillado, la falta de personal calificado, la carencia de vías pavimentadas y los altos costos de adquisición de los equipos, se recomienda utilizar el tipo de barrido manual para estos municipios.

5.5.3.1 Número de obreros. La cantidad de obreros para realizar las labores de barrido y limpieza manual de vías y áreas públicas es determinada por la siguiente relación:

$$\text{Número de obreros} = \frac{\text{Cantidad de kilómetros de vías a barrer (Km.)}}{\text{Rendimiento de un escobita (Km./ día)}}$$

5.5.3.2 Preparación de rutas de barrido. Es fundamental establecer rutas para el barrido con el fin de aprovechar al máximo el trabajo del personal, a continuación se dan los pasos a seguir para la preparación de las rutas:

- Determinar las zonas de barrido manual en un plano a escala conveniente (1:5000). Procurando que el recinto de reunión y distribución de escobitas estén en el centro de masa de las zonas.

- Clasificar las zonas y determinar la frecuencia requerida del barrido manual.

- Establecer los puntos de inicio y terminación de las rutas, así como la ubicación de las bolsas en las aceras de las vías para su posterior recolección.

- Diagramar rutas tratando de minimizar el recorrido no productivo para lo cual se requiere:
 - Las rutas deben establecerse de modo que no se pase dos veces por la misma acera, a menos que la frecuencia fijada así lo exija.

 - Procurar, en lo posible, que el término de la ruta sea en el punto más cercano al inicio.

 - Evitar el mayor cruce de calles posible.

5.5.4 Descripción del proceso de barrido y limpieza de vías y Áreas públicas.

Ésta actividad se inicia cuando los escobitas reclaman sus implementos de trabajo (biciclo, cepillo, escoba, rastrillo, pala y bolsas) en el almacén y verifican su buen estado. Luego estos colocaran sus respectivos implementos en el vehículo que los transportará al lugar donde realizarán su trabajo. Al llegar al sitio de partida de sus zonas, procederán a descargar sus herramientas del vehículo y las colocarán en el bicicleta. Luego realizarán las labores de barrido, utilizando las herramientas adecuadas (cepillos para zonas pavimentadas y rastrillos para zonas verdes o sin pavimentar), concluida la operación de barrido el escobita recogerá los residuos con ayuda de una pala y los depositará en las respectivas bolsas (los residuos reciclables se depositarán en bolsas verdes y los no reciclables en bolsas negras); cuando se haya colmado la capacidad de las bolsas, el escobita las anudará y las colocará a un lado de la vía para ser recogidas posteriormente por el vehículo recolector. Luego el escobita colocará otra bolsa en el aro del bicicleta y repetirá la operación anterior hasta culminar la labor de barrido y limpieza en la zona designada (ver figura 30).

5.6 Manejo de los residuos sólidos hospitalarios. Dentro de la actividad de servicios merece especial atención el sector salud por la capacidad generadora de residuos contaminados (patógenos).

Todos los miembros de la comunidad de los centros de salud, incluido los pacientes y visitas en general tienen relación directa con la generación de residuos sólidos y están expuestos por igual a los riesgos que dichos residuos pueden significar; por ello, todos deben participar en el establecimiento de las medidas de

control y formar parte de la solución. Un sistema adecuado de manejo de los residuos hospitalarios, permitirá controlar y reducir con seguridad y economía los riesgos para la salud asociados con ellos.

La producción de desechos hospitalarios sólidos depende de varios factores como la cantidad de servicios ofrecidos, grado de complejidad de la atención prestada, especialidades existentes, tecnología empleada, cantidad de pacientes atendidos y el tamaño físico de la institución, siendo los servicios de laboratorio, cirugía y cuidados intensivos los que más desechos peligrosos producen.

5.6.1 Clasificación de los desechos hospitalarios. Los desechos producidos en instituciones de salud se pueden clasificar de acuerdo a su riesgo en:

5.6.1.1 Desechos comunes (tipo A). Son aquellos que no representan un riesgo adicional para la salud humana y el ambiente, dentro de esta categoría se encuentran aquellos cuyos componentes básicos son: papeles, cartones, plásticos, residuos de alimentos, vidrios, componentes de barrido generados en las áreas administrativas, limpieza en general, elaboración de alimentos, almacenes y talleres; siempre y cuando no hayan estado en contacto con los desechos clasificados como B, C, D y E.

5.6.1.2 Desechos potencialmente infecciosos (tipo B). Son todos aquellos materiales, que sin ser por naturaleza peligrosos, por su ubicación, contacto u otra

circunstancia, pueden resultar contaminados, a estos pertenecen los residuos provenientes de áreas de hospitalización de los enfermos y de consulta externa.

5.6.1.3 Desechos infecciosos (Tipo C). Son los que contienen gérmenes patógenos debido a su naturaleza, ubicación, exposición, contacto o cualquier otra circunstancia, por lo general provienen de áreas de reclusión y/o tratamiento de pacientes infectocontagiosos, actividades biológicas, áreas de cirugía y cuartos de pacientes correspondientes, quirófanos, salas de obstetricia, salas de parto, salas de emergencia y medicina crítica, banco de sangre, laboratorios, institutos de investigación, morgues, anatomía patológica y todas aquellas áreas que puedan generar este tipo de desechos.

5.6.1.4 Desechos orgánicos y/o biológicos (tipo D). Constituyen aquellas partes o porciones extraídas y/o provenientes de seres humanos y animales vivos y/o muertos, y los envases que los almacenen.

5.6.1.5 Desechos especiales (tipo E). Son aquellos productos y residuos farmacéuticos o químicos, material radiactivo y líquidos inflamables, y todos aquellos residuos peligrosos no incluidos en los grupos anteriores. El manejo de estos, debe hacerse por separado, siguiendo las normas para el control de la generación y manejo de los desechos peligrosos.

5.6.2 Almacenamiento de los residuos hospitalarios. De acuerdo a su clasificación, los residuos hospitalarios deberán colocarse en bolsas de diferentes

colores (ver figura 31), en recipientes específicos y con la rotulación adecuada y deberán localizarse en los sitios de generación para evitar una excesiva movilización y la consecuente dispersión de gérmenes contaminantes.

De acuerdo al nivel de complejidad y al tamaño de los establecimientos de salud, se deben establecer los siguientes tipos de almacenamiento intrahospitalario:

5.6.2.1 Almacenamiento inicial o primario. Es el almacenamiento efectuado en el lugar de generación de los residuos: Habitaciones, laboratorios, consultorios, quirófanos y otros. Este tipo de almacenamiento es realizado en canecas, bolsas plásticas identificadas por símbolo y color, de acuerdo al tipo de residuo a contener (ver figura 32).

5.6.2.2 Almacenamiento temporal o secundario. Es aquel, realizado en pequeños centros de acopio, distribuidos en los pisos o unidades de servicio; el cual recibe las bolsas plásticas selladas provenientes del almacenamiento primario.

5.6.2.3 Almacenamiento final o terciario. Es aquel efectuado en una bodega adecuada para recopilar todos los desechos de la institución hospitalaria y en la que permanecen hasta ser conducidos al sistema de tratamiento intrahospitalario o hasta ser transportados por el servicio de recolección de la municipalidad.

5.6.2.4 Características de los recipientes. Estos pueden ser retornables o reutilizables (canecas) y desechables (bolsas y recipientes plásticos rígidos).

Los recipientes retornables deben cumplir con las siguientes características:

- Peso y construcción que facilite el manejo durante la recolección y transporte.
- Material impermeable (plástico o caucho), de fácil limpieza, paredes lisas, con protección al moho, para evitar la contaminación por humedad desde y hacia el exterior.
- Deben estar dotados de tapa con buen ajuste, que no dificulte el proceso de vaciado durante la recolección; en caso de portar desechos biológicos deberán tener una tapa de accionamiento con pedal, basculante u otro mecanismo similar.
- Deberán ser completamente herméticos.
- Sus bordes deben ser redondeados y de mayor área en la parte superior que facilite el vaciado.
- Su tamaño estará de acuerdo con las necesidades.

- Adecuadamente identificados y de color acorde con su contenido.

En cuanto a las bolsas plásticas, se deben cumplir con las siguientes características:

- Deberán ser resistentes, para evitar riesgos de ruptura y derrame en la recolección y el transporte.
- Deben ser impermeables para evitar fugas de líquidos.
- Los espesores recomendados para las bolsas plásticas son:
 - 30 -40 micrómetros (0,03 - 0,04 mm) para volúmenes de 30 litros.
 - 60 micrómetros (0,06 mm) para volúmenes de más de 30 litros.
 - Para casos especiales se utilizarán bolsa de 120 micrómetros (0,012 mm).
- Para el caso de objetos cortopunzantes, se deben utilizar recipientes de plástico duro o metal con tapa, con una abertura a manera de alcancía, que impida la introducción de las manos. El contenedor debe tener una capacidad no mayor de 2 litros. Preferiblemente transparentes para que pueda determinarse si ya están llenos en sus 3/4 partes.

Además pueden utilizarse recipientes desechables como botellas vacías de desinfectantes, productos químicos, sueros, etc. Para este caso se debe decidir si el material y la forma son los adecuados para evitar perforaciones, derrames y facilitar el transporte seguro; los contenedores deben tener la leyenda " PELIGRO: DESECHOS CORTOPUNZANTES ".

- Los recipientes para los desechos de laboratorio deben ser plásticos para evitar las fugas de líquidos contaminantes, es necesario que sean resistentes al calor y abiertos o permeables al vapor para permitir su tratamiento en el autoclave, luego de lo cual deberían ser aislados para evitar una nueva contaminación de los gérmenes del laboratorio.

5.6.2.5 Condiciones del lugar de almacenamiento. Los sitios para el almacenamiento de residuos en instituciones de salud deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Los desechos tipo A por su naturaleza, pueden ser depositados en contenedores normales para desechos municipales, los cuales deberán estar colocados bajo techo y en un espacio adecuado para permitir el servicio de recolección.

- Los desechos tipo B, C Y D deben ser almacenados en un lugar dentro del establecimiento de salud. Este sitio deberá poseer las siguientes características:
 - Recinto cerrado, ventilado, con amplitud suficientes para accionar los equipos de transporte.
 - Paredes y pisos lisos a prueba de ácidos y álcalis; impermeables, anticorrosivos y con instalaciones sanitarias para el fácil lavado y desinfección..
 - Puertas amplias que permitan el movimiento de los contenedores y todas las aberturas protegidas para evitar el ingreso de insectos, roedores y aves.
 - Sistemas de ventilación, suministros de agua, drenajes y equipos que permitan la prevención y control de incendios.
 - Se deben someter a aseo diario, fumigación y desinfección periódica.
 - Deben estar señalizados adecuadamente.

5.6.3 Recolección y disposición final. La recolección de los desechos quirúrgicos ó infecciosos en cada institución debe realizarse diariamente, las bolsas deberán estar rotuladas (ver figura 33) y debidamente cerradas para evitar derrames o expulsión de los residuos sólidos o líquidos en su manejo y transporte.

El personal encargado en la institución de salud, realizará esta labor al final de cada turno de trabajo, además deberán estar debidamente entrenados y provistos de su equipo de protección personal (guantes, botas, overol, mascarilla, gorro, delantal, etc.), para establecer una barrera con los riesgos a los que están expuestos y evitar de esta manera accidentes y enfermedades.

Mediante la resolución 4153 de mayo de 1993, el gobierno nacional, exige que los desechos con contaminante biológico deben ser incinerados ó esterilizados, por lo cual estos residuos deben someterse a este tipo de tratamientos.

Las cenizas resultantes del proceso de incineración de los desechos hospitalarios, serán recolectadas posteriormente con las frecuencias establecidas por la entidad prestadora del servicio de aseo, para la zona donde se encuentra ubicada la institución de salud.

5.7 ADQUISICIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Dentro de las alternativas de equipos y herramientas, para el buen funcionamiento del programa de aseo, encontramos:

❖ Camión de supervisión

- ◆ **Función:** Transportar a los escobitas con sus herramientas a sus respectivas rutas de trabajo.

◆ **Marca:** Mazda Turbo Diesel con intercolector.

◆ **Caracterización del vehículo:**

- Potencia de 116 Hp.
- Transmisión: Caja manual de cinco velocidades.
- Motor: Cuatro tiempos diesel, con turbo alimentador, interenfriador, cuatro cilindros en línea.
- Embrague: Accionamiento hidráulico.
- Dirección: Hidráulica.
- Descargue: Hidráulico trasero por medio de cilindros.
- Llantas: 7,5 por 16,12 en lona.
- Rin: 6,0065 por 16.

◆ **Proveedores:**

- Automotora de Bolívar Limitada (Autobol).
- Vehículos de la Costa S.A.(vehicosta).

◆ **Precio:** \$34'000.000

❖ **Camión compactador (ver anexo E)**

◆ **Función:** Prestar el servicio de recolección domiciliaria.

◆ **Marca:** Chevrolet.

◆ **Características:**

- Carga trasera con capacidad par 13 a 25 m³.
- Sistema de inyección hidráulico de cilindro sencillo.
- Doble nivel de controles compactadores.
- Cabina compactadora.

- Compartimento compactador.

◆ **Proveedores:**

- Vehículos de la Costa S.A.(vehicosta)

◆ **Precio:** \$150'000.000

❖ **Tractor agrícola con vagón** (ver figura 34)

◆ **Función:** Prestar el servicio de recolección domiciliaria.

◆ **Marca:** Ford new holland modelo 6610 s

◆ **Características:**

- Potencia: 86 HP.
- Transmisión: Engranaje constante 8 x 2.
- Motor: 4 cilindros diesel.
- Dirección hidráulica.

- Velocidad nominal. 2.100 r.p.m.
- Descargue: Hidráulico trasero por medio de cilindros.
- Llantas delanteras: 7,5 x 16 de lonas.
- Llantas traseras: 900 x 20 de 14 lonas.

◆ **Proveedores:**

- Antonio Spath & cía. Ltda.
- Agropartes & Equipos Ltda.

◆ **Precio:**

- Tractor agrícola: \$50'485.000.
- Vagón: \$17'652.000

❖ **Biciclo** (ver figura 35)

◆ **Función:** Portar las herramientas del escobita, además de mantener abiertas las bolsas de basura, con el fin de facilitarles la labor de almacenamiento de basuras producto del barrido de las vías y áreas públicas.

◆ **Características:**

- Dimensiones: 70 cm de ancho por 130 cm de alto.
- Tubo de hierro, de 1' de diámetro.
- Llantas neumáticas de 60 cm de diámetro.

◆ **Proveedores:**

- Intec S.A.
- Inmecco.
- Ingemat limitada.
- Fanalca S.A. (Cali).

◆ **Precio:** \$420.000.

❖ **Escoba** (ver figura 36)

◆ **Función:** Barrer calles pavimentadas y demás vías y áreas públicas.

◆ **Características:**

- Cerda plástica.
- Mango de abarco de 2" de diámetro por 1,50 metros de alto..

◆ **Proveedores:**

- Distribuidoras de escobas Universal.
- Fuller.
- Almacén Mi Corral.
- Servistar

◆ **Precio:** \$7.000.

❖ **Pala** (ver figura 37)

◆ **Funciones:**

- Recoger los residuos sólidos producto del barrido de vías y áreas públicas.
- Recoger el material de cobertura.

◆ **Características:**

- Mango de abarco de 1,50 metros de alto por 2" de diámetro.
- Punta cuadrada o redonda.

◆ **Proveedores:**

- Home-Mart.
- Almacén Mi Corral.
- Fuller.
- Ferretería Pintumas.

◆ **Precio:** \$6.000.

❖ **Rastrillo** (ver figura 38)

◆ **Funciones:** Limpiar áreas sin pavimentar y zonas verdes.

◆ **Características:**

- Metálico.

- Mango de abarco de 2" de diámetro por 1,50 metros de alto.

◆ **Proveedores:**

- Home-Mart.

- Almacén Mi Corral.

- Fuller.

- Ferretería Pintumas.

◆ **Precio:** \$4.300.

❖ **Pica** (ver figura 39)

◆ **Funciones:** Disgregar el material de cobertura.

◆ **Características:**

- Metálica.

- Mango de abarco de 2" de diámetro y 1 metro de alto.

◆ **Proveedores:**

- Home-Mart.

- Almacén Mi Corral.

- Fuller.

- Ferretería Pintumas.

◆ **Precio:** \$14.500.

❖ **Horquilla** (ver figura 40)

◆ **Funciones:** Esparcir los residuos sólidos en el relleno sanitario.

◆ **Características:**

- Metálica.
- Mango de abarco de 2" de diámetro y 1,50 metros de alto.

◆ **Proveedores:**

- Home-Mart.
- Almacén Mi Corral.
- Fuller.
- Ferretería Pintumas.

◆ **Precio:** \$8.300.

❖ **Carretilla** (ver figura 41)

◆ **Funciones:** Transportar el material de cobertura y los residuos.

◆ **Características:**

- Llanta neumática de 0,50 metros de diámetro.
- Capacidad de 30 galones.

◆ **Proveedores:**

- Almacén Mi Corral.
- Fuller.
- Ferretería Pintumas.

◆ **Precio:** \$75.000.

❖ **Rodillo compactador** (ver figura 42)

◆ **Funciones:** Compactar los residuos sólidos y el material de cobertura en el relleno.

◆ **Características:**

- Mango metálico.

- ◆ **Proveedores:**

- Inmeco.

- Ingemat.

- ◆ **Precio:** \$52.000.

- ❖ **Caneca estacionaria** (ver figura 43)

- ◆ **Funciones:** Almacenar los residuos de vías y áreas públicas.

- ◆ **Características:**

- Capacidad de 60 galones.

- Plástica.

- ◆ **Proveedores:**

- Van leer Envases de Colombia S.A..

◆ **Precio:** \$12.500.

❖ **Unidad de almacenamiento** (ver figura 44)

◆ **Funciones:** Almacenar las bolsas de basuras de lugares de difícil acceso, o de instituciones.

◆ **Características:**

▪ Metálica.

▪ Capacidad de 3 yd³.

◆ **Proveedores:**

▪ Inmeco.

▪ Ingemat.

▪ Intec S.A.

◆ **Precio:** \$ 1'500.000.

❖ **Bolsa plástica**

◆ **Funciones:** Almacenar los residuos provenientes de los diferentes sectores en la región.

◆ **Características:**

▪ Dimensiones: 50 cm por 70 cm.

▪ Capacidad: 55 litros.

◆ **Proveedores:**

▪ Polybol limitada.

▪ Tuvinil de Colombia S.A.

◆ **Precio:** \$60

6. PROGRAMA DE APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

Por reciclaje se entiende el aprovechamiento de algunos materiales que aparecen usualmente en las basuras. Su finalidad es doble por una parte evitar la eliminación de materiales útiles, y por otra reducir los gastos originados por la recogida, transporte y eliminación de basuras. No existen máquinas o instalaciones adecuadas para separar los diferentes materiales con excepción del hierro que se separa mediante electroimanes. Por eso se utilizan procesos de selección manual para extraer los trapos, metales, cartón, plástico, etc., clasificarlos y embalarlos para su venta a las fabricas.

Actualmente la creciente elevación de precios de la mayor parte de las materias primas ha hecho que esta actividad sea extraordinariamente rentable, sobre todo teniendo en cuenta la composición de las basuras domiciliarias, en las cuales la presencia de materias como papel, metales, trapos, plásticos, etc., ha aumentado fuertemente, reduciéndose por el contrario la presencia de polvos y cenizas.

LA NO BASURA: Ciertamente se pueden citar múltiples cifras sobre los beneficios ambientales y particularmente económicos que trae consigo las actividades del reciclaje y la recuperación. Si bien ello es de gran importancia, el problema – aún económico- no comienza allí.

Lo primero que hay que hacer es producir menos. Sin una clara política industrial “avalada y controlada por el Estado” que propenda por la disminución en la producción de desechos el problema resultaría casi inabordable.

Un segundo elemento hace referencia a la posibilidad de reuso o reciclaje de los bienes y sus respectivos embalajes. Cada día es mayor la conciencia de las comunidades al respecto y ello ha determinado que los productores comiencen a prestar atención a ésta demanda de sus clientes. No resulta extraño oír hablar de mercadeo verde, mercadeo ecológico, entre otros.

Lo anterior indica que estamos a las puertas del desarrollo de una estrategia cultural y operativa en el manejo de los desechos que se encaminan a lograr la No Basura, es decir, una sociedad que hace todos los esfuerzos por producir la menor cantidad de basuras; y en caso de ser estas indispensables; a lograr su aprovechamiento en múltiples ciclos.

6.1 APROVECHAMIENTO

Es la utilización de los residuos sólidos por medio de actividades, tales como:
Reciclaje y reuso de los residuos, que al tiempo generan un beneficio económico y

social, reducen los impactos ambientales y los riesgos a la salud humana, asociados con la producción, manejo y disposición final de los residuos sólidos.

A través de los años el aprovechamiento se ha establecido como el método de gestión de residuos sólidos ambientalmente preferido. En el cuadro numero 37 se muestran las ventajas y desventajas de este.

Cuadro 37. Ventajas y desventajas del aprovechamiento.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Aumenta la vida útil del relleno sanitario	Selectividad de los residuos a reciclar
Conservación de recursos naturales y energía	Dependencia del mercado
Recuperación de productos utilizables y vendibles	Falta de motivación de la gente por lo tedioso
Sufragio de los costos del manejo de los residuos	Falta de una cultura de reciclaje
Reduce los problemas asociados con toxicidad de los lixiviados	-
Genera empleo a la comunidad	-

Fuente. Las Autoras.

6.1.1 Técnicas de aprovechamiento. El aprovechamiento puede realizarse de dos maneras:

6.1.1.1 Reutilización ó reuso. Es el retorno de un producto ó material que se ha limpiado, reparado (botellas y cajas de cartón) ó vuelto a armar a la corriente económica para ser utilizado en forma exactamente igual a como se utilizo antes, sin cambio alguno en su forma ó naturaleza.

6.1.1.2 Reciclaje. El reciclaje es una técnica mediante la cual los desechos se incorporan al proceso industrial como materia prima para su transformación en un nuevo producto de composición semejante. (vidrio, papeles , cartones, plásticos, etc.).

El reciclaje consta de tres etapas: la primera es la recolección de materiales usados; la segunda es la utilización de estos materiales usados en la fabricación de nuevos productos cambiando su composición química, y el último paso es la compra y uso de los productos reciclados.

6.1.1.2.1 Razones para reciclar. El reciclaje se produce por dos razones básicas: Razones altruistas e imperativos económicos. En la primera de ellas es evidente que la protección del medio ambiente y la conservación de los recursos responde a los intereses generales de todo el mundo; y en la segunda, el costo

evitado para una evacuación de residuos ambientalmente aceptable se ha incrementado tanto que cuando se combina con otros costos asociados al reciclaje, tales como la venta de materiales reciclables, adquiere sentido desde el punto de vista económico.

6.1.1.2.2 Alternativas del programa de reciclaje. Si se quiere reciclar por motivos altruistas ó por imperativos económicos, hay dos alternativas disponibles para el reciclaje. El reciclaje de materiales existentes en la basura se hace tradicionalmente en forma manual, ya sea en el sitio de origen (en la fuente, ver figura 45) ó en el sitio de disposición final (ver figura 46). Este ultimo caso es muy frecuente en casi todos los botaderos de basura de las grandes y pequeñas poblaciones. Esta actividad normalmente la realizan personas de escasos recursos en busca del sustento diario para sus familias, sin control alguno y en condiciones indignas de trabajo, sin el mínimo de normas sanitarias y de seguridad, lo que hace que la salud de estas personas se vea afectada al extraer los residuos sólidos recuperables en un relleno sanitario tanto por las condiciones que ofrece el lugar como por la no clasificación de los residuos sólidos desde su misma generación. Otro aspecto a resaltar con respecto a esta ultima alternativa, es el contacto directo a que están expuestos los materiales reciclables con los no reciclables, haciendo que el valor comercial de los primeros se vea afectado.

Además con el crecimiento del municipio, el manejo de los lixiviados y la cercanía del relleno a sectores urbanizados hacen necesarios la adopción de procesos como el reciclaje en la fuente para la optimización del uso del suelo, agua y aire.

Por estas razones se sugiere aplicar la alternativa de reciclaje en la fuente, debido a que ofrece mayores ventajas en el aspecto sanitario y no afecta el valor comercial de los materiales.

El mejoramiento de la calidad de vida, el medio ambiente y la actividad económica del país nos muestra razones y ventajas para desarrollar una cultura de reciclaje en la fuente.

6.1.1.2.3 Diseño del programa de reciclaje. Los primeros aspectos que se deben tener en cuenta en el reciclaje de materiales incluyen la identificación de: materiales a reciclar, cuantificación y caracterización de los residuos sólidos, posibilidades de comercialización, especificaciones requeridas por los compradores y precios de los materiales reciclables.

6.1.1.2.4 Materiales a reciclar.

6.1.1.2.4.1 Plástico. Los plásticos son hidrocarburos que provienen de la rotura molecular (o cracking) de las naftas, unas sustancias de bajo peso molecular derivadas de la destilación del petróleo.

Todos los plásticos se pueden incluir en dos grandes grupos, los termoplásticos y los plásticos termoestables. Los primeros son plásticos que se funden con el calor sin sufrir modificaciones químicas y pueden ser reciclados mecánicamente; los segundos son plásticos rígidos, no pueden ser reciclados mecánicamente y no se funden por el calor sino que éste les produce unos cambios químicos irreversibles.

Un 85% de los plásticos sintetizados son termoplásticos (entre los que se encuentran la inmensa mayoría de los que se utilizan como envases o embalajes), mientras que el 15% restante son plásticos termoestables.

Impacto ambiental. El impacto en la extracción y utilización de las materias primas de los plásticos es el mismo que se produce en la industria de la extracción y refinamiento del petróleo. Este tipo de industria es una de las más contaminantes que existen.

No está convenientemente demostrado que algunos de los plásticos utilizados como envases y embalajes sean materiales inertes, que en ningún caso cedan componentes a los alimentos.

Los envases de plástico no son biodegradables, no son reutilizables y cuestan mucho de reciclar. El envase de plástico procedente de la basura doméstica es un material que muchas veces no se puede reciclar por procesos mecánicos porque:

La diversidad de plásticos existentes dificulta muchísimo su reciclaje tanto a nivel de coste de la recuperación como de la identificación del plástico (por ejemplo, para separar el PVC del PET, como tienen densidades muy similares, se tiene que utilizar un aparato de rayos X que detecte los átomos de cloro del PVC).

La suciedad con la que llegan los materiales de la basura impide en la práctica, que el reciclaje del plástico sea muy difícil. Además con el plástico doméstico reciclado normalmente sólo se fabrican materiales de baja calidad como macetas para plantas, bolsas de basura, escobas, etc.

Por otro lado, el reciclaje químico actualmente está en fase de desarrollo y, por lo tanto, hay poca información fiable (los EUA y Alemania son los países que más investigan en este campo); a pesar de todo, parece ser que este tipo de reciclaje no está exento de problemas ambientales.

Si los envases de plástico se llevan a un relleno sanitario, lo llenarán fácilmente debido al gran volumen que tienen, y permanecerán allí durante muchísimos años

porque no se degradarán; además, los aditivos que contienen se pueden desprender fácilmente y migrar hacia las aguas subterráneas. Si en lugar del relleno sanitario se llevan a incinerar, hay que tener en cuenta todas las emisiones contaminantes que se producen al incinerar cualquier plástico (aunque se pongan los filtros adecuados): desde grandes cantidades de CO₂ hasta metales pesados, o en algunos casos sustancias más peligrosas que las que se han incinerado.

Comercialización del plástico: Los clientes han establecido especificaciones para la compra de los plásticos reciclados, entre las cuales tenemos: Los plásticos deben estar libres de impurezas, sin humedad, debidamente empacados y las botellas deben estar sin tapas.

6.1.1.2.4.2 Papel y cartón. Materiales compuestos que se obtienen a partir de la pulpa de cáñamo, esparto, paja de arroz y madera de todas las clases. Sus aplicaciones son muy variadas, pues en ellos se escribe, se imprime, se empaca, y se realizan otras operaciones.

El papel está compuesto principalmente por celulosa, una fibra vegetal que se extrae de los árboles. Para fabricar una tonelada de papel es necesario: (ver TABLA 2)

Tabla 2. Requerimientos para fabricar una tonelada de papel

	PAPEL DE CALIDAD	PAPEL CORRIENTE	PAPEL RECICLADO
Árboles	2.400Kg.	1.700Kg.	20.000Kg.
Agua	200.000 litros	100.000 litros	20.000 litros.

Fuente. Las autoras

Posibilidades de comercialización: Con el fin de lograr el objetivo de reciclaje, se debe asegurar que existen mercados disponibles para absorber los materiales reciclables recuperados.

Además de las especificaciones requeridas para la comercialización del plástico, los papeles y cartones, exigen que estos no posean algún tipo de contaminantes, ya que estos son perjudiciales para el proceso de producción del papel ó pueden causar daños a la maquinaria al momento de tratarlos. Los ejemplos de contaminantes del papel incluyen:

Papel quemado por el sol, envases de comidas, compuestos que contienen plásticos ó papel metálico (papel aluminio). Impresiones en láser, papeles encerados ó tratados, papel higiénico ó toallas de papel, catálogos ó guías telefónicas encuadradas, papel de fax ó papel carbón. Otros contaminantes extraños son: metal, residuos de comida, clips para papeles y cuerdas. Además no se aceptan fólderres o carpetas.

6.1.1.2.4.3 Vidrio. Para producir los envases de vidrio se utiliza una tecnología relativamente simple y conocida desde hace siglos. Los materiales básicos para su producción son la arena de cuarzo, el carbonato de sodio (Na_2CO_3) y la piedra calcárea, todos ellos muy abundantes en la naturaleza.

El vidrio es un material que tiene excelentes propiedades como envase, a causa de su estructura iónica, que hace que sus intersticios moleculares sean más pequeños que la mayoría de las moléculas gaseosas (lo cual impide el paso de cualquier gas). Además, la piedra calcárea le da una gran resistencia frente a los agentes atmosféricos. Todo ello hace que el vidrio sea:

- Inalterable químicamente, y que no necesite de la incorporación de aditivos.
- Muy resistente a la corrosión y la oxidación.
- Impermeable a los gases.
- Puede reutilizarse para uso alimentario una media entre 30 y 40 veces.
- Puede reciclarse el 100% como materia prima.

De todas formas, tiene como inconvenientes su fragilidad y su elevado peso.

Impacto ambiental. El primer impacto ambiental que se produce es el de la alteración del paisaje para obtener la arena y la piedra calcárea de las canteras (materiales que, de todas formas no corren riesgo de agotarse). Además, las operaciones de preparación y transporte de estos materiales a la fábrica tienen unos gastos importantes de agua y electricidad, y contaminan el aire de polvo. A pesar de todo, para fabricar 1000 Kg. de vidrio se necesitan 1240 Kg. de materias primas (mucho menos material en comparación con el aluminio, el plástico o el acero).

El vidrio es un material reutilizable y 100% reciclable. Si para fabricar un envase de vidrio se utiliza vidrio reciclado en un 90%, se puede ahorrar hasta un 75% de la energía que se necesitaría si se utilizara vidrio virgen. El reciclaje de los residuos generados en la propia planta durante la fabricación se realiza desde hace muchos años; en cambio, la recogida y el reprocesamiento del vidrio de postconsumo es mucho más reciente.

El lavado y rellenado de botellas produce un cierto impacto ambiental, ya que para limpiar y esterilizar las botellas, se utilizan lejías y tensoactivos que van a parar a las aguas residuales. A pesar de todo, en países como Alemania, Francia o

Dinamarca, los modernos sistemas de lavado en circuito cerrado que se han instalado reducen mucho el consumo de agua.

En el momento de evaluar el impacto ambiental de los envases durante todo su ciclo de vida, el vidrio reutilizable es el envase que tiene más ventajas respecto al resto de envases porque, entre otros motivos, es reutilizable y 100% reciclable, necesita pocas materias primas, genera pocos residuos y emisiones contaminantes a lo largo de todo su ciclo de vida, y tiene un consumo energético bajo, especialmente en sistemas de distribución locales o regionales (que son los sistemas de distribución que han funcionado siempre hasta la aparición de las grandes cadenas multinacionales de distribución).

Especificaciones de comercialización: Los clientes lo exigen que se encuentren en buen estado es decir sin estar rotos ya que este se debe separar según sus colores, porque una vez quebrado es casi imposible clasificarlos.

6.1.1.2.4.4 Envases de metal. Hoy en día se han sustituido las latas de bebidas de hierro por latas aluminio de aluminio, material que cada vez se utiliza más para envoltorios en alimentación.

La producción de una tonelada de acero supone el consumo de 5000 Kwh.; mientras la producción de una tonelada de aluminio supone el consumo de 15.000 Kwh.

Actualmente, muchas latas de cerveza y de bebidas refrescantes son de aluminio.

El aluminio también se utiliza para fabricar tapaderas y bases de latas de acero, envases semirígidos de tarrinas, láminas para los briks, bandejas de comidas rápidas e incluso lo encontramos en los paquetes de chicles, tabaco, papitas fritas, maíz tostado y sobres de cromos.

Las latas de aluminio se fabrican mediante un complejo proceso de laminación del aluminio, metal que se extrae de un mineral llamado bauxita. El aluminio es un metal de difícil oxidación, resistente, ligero, dúctil y maleable, que tiene un buen efecto barrera delante de los gases, lo que le hace muy apto para envasar alimentos.

Impacto ambiental. Fabricar una tonelada de aluminio supone:

- Extraer de 4 a 5 Tm. de bauxita procedentes de extracciones al aire libre que generan muchos residuos y provocan el deterioro de ríos y acuíferos.

- Su fabricación tiene un costo energético de 15.000 Kw/h por cada tonelada de aluminio (3 veces superior que el que se necesita para fabricar 1 Tm. De acero).
- Emisión a la atmósfera de vapores de alquitrán, 30 Kg. de dióxido de azufre y 4.5 Kg. de fluoramina.

La industria del aluminio está considerada una industria muy contaminante. Con la extracción de la bauxita de los suelos lateríticos ya se da degradación casi irreversible del paisaje y se producen grandes emisiones de polvo. Durante el proceso de la obtención del aluminio se producen emisiones de dióxido de azufre (causante de la lluvia ácida), de vapores de alquitrán y de fluoramina, un gas ácido que es muy perjudicial para la salud porque provoca alteraciones de los huesos, los riñones y los cabellos. Además, el proceso de fabricación del aluminio necesita mucha energía.

En los países industrializados, los gastos de reparación ambiental ya representan un 25% de los gastos totales de la producción del aluminio. Por este motivo, cada vez es más rentable producir el aluminio cerca del punto de extracción de la bauxita, es decir, en los países del Tercer Mundo, donde, estos costos de reparación no existen.

Por otro lado, las latas de aluminio no son reutilizables. Durante el proceso de reciclaje del aluminio se genera polvo y compuestos de flúor y cloro (estas emisiones representan sólo un 5% de las que se emiten para obtener el aluminio primario). Además, los desperdicios sucios del aluminio se tienen que limpiar con sal antes de fundirlos: Para cada tonelada de aluminio reciclado se genera media tonelada de residuos de sal para depositar en la basura. Igual que la lata de acero, la lata de aluminio es un claro ejemplo de la cultura del usar y tirar, ya que comporta unos hábitos que favorecen el abandono inmediato de la lata en cualquier lugar. A pesar de todo, si la lata de aluminio va a parar al relleno sanitario, es muy probable que perdure sin degradarse, ya que inoxidable; si va a la incineradora, se producirán emisiones de metales pesados en la atmósfera y un resto de cenizas y desperdicios ricos en metales pesados.

6.1.1.2.5 Materiales no reciclables.

6.1.1.2.5.1 El Brik. El brik o el tetrabrik (el tetrabrik es un nombre comercial del brik) es un envase mixto que se compone de tres materiales diferentes: 21 g. de cartón (procedente de celulosa virgen), 5.8 g. de plástico polietileno y 1.4 g. de aluminio. Estos materiales están dispuestos en 5 láminas superpuestas: 3 de polietileno, 1 de aluminio y 1 de papel Kraft de alta calidad (elaborado con pasta virgen).

El aluminio se utiliza porque, es un buen aislante de los gases y de la luz, no permite el deterioro de los alimentos. Por otro lado, la forma rectangular del envase posibilita un almacenamiento y una estiba que aprovecha al máximo el espacio. Pero, a pesar de sus prestaciones, es un envase de un solo uso que aumenta considerablemente la cantidad de desperdicios. Los tetrabriks representan como mínimo un 2% del volumen de la basura doméstica y su consumo va en aumento.

Impacto ambiental. Durante los años 90's, la Tetra Pak ha iniciado una serie de campañas publicitarias en las que predica su compromiso ambiental. Pero la realidad es que para mantener la producción actual de tetrabriks del estado español, sería necesario talar 1'700.000 árboles para el cartón, extraer 25.200 Tm. de bauxita para el aluminio y millones de barriles de petróleo para el etileno (para más información sobre el impacto del aluminio y el etileno, consultar el apartado de impacto ambiental de las latas de aluminio y de plástico respectivamente).

La fabricación de este envase supone también un gran despilfarro energético; para elaborarlo se necesita: 1 tonelada equivalente de petróleo 1 por Tm. Producida, en contraste con las 0,301 TEP_g del vidrio virgen y las 0,221 TEP/Tm del vidrio reciclado. En relación al agua, el consumo de agua utilizada durante la fabricación del tetrabrik es cuatro veces superior que el que se utiliza para una botella de vidrio.

El tetrabrik no es reutilizable. Respecto a su reciclaje, se recupera el cartón de los tetrabriks para hacer papel Kraft, pero actualmente no se recupera ni el polietileno ni el aluminio. Una vez en las incineradoras, el cartón blanqueado con cloro que contiene el tetrabrik, puede provocar emisiones de compuestos organocloratos, ácido clorhídrico y grandes cantidades de CO₂ en el aire. Si el destino final es el relleno sanitario, los compuestos resultantes de la degradación del brik van a parar a las aguas subterráneas (vía generación de lixiviados).

6.1.1.2.5.2 Pilas Usadas. Todas las pilas contienen metales tóxicos, como Cadmio, Plomo o Mercurio. El Mercurio es extremadamente peligroso para la salud humana y para el medio ambiente. Si mezclamos las pilas con el resto de los residuos lo contaminamos todo, y no podremos aprovechar nada. Si éstas son incineradas, todavía son más peligrosas por que generan vapor de mercurio que llega al aire que respiramos, a los suelos y al agua.

6.1.1.2.6 Materiales problemáticos (Medicamentos, aceite de carro, algunos productos de limpieza y de bricolaje, entre otros). Estos productos, aunque en pequeñas cantidades en las basuras, son altamente tóxicos y si se mezclan convierten en tóxicas todas las basuras.

6.1.1.2.7 Investigación e identificación de mercados. Con el fin de lograr sus objetivos de reciclaje, las comunidades deben asegurarse de que hay mercados disponibles para absorber los reciclables recuperados. Para los materiales reciclables, la comunidad debe preocuparse tanto de los mercados presentes como los futuros. El primer paso consiste en consultar los estudios de mercado ya realizados. En ausencia de estudios previos, el municipio se verá en la necesidad de realizar su propia investigación, con el fin de identificar y asegurar mercados para sus materiales reciclables.

Una vez establecida la lista de mercados, es preciso investigarlos para determinar el tipo y la cantidad de materiales que pueden aceptar. El sondeo debe recopilar precios, especificaciones sobre los materiales, transporte y almacenamiento por parte de los mercados y cualquier otro tipo de información relativa a las condiciones del mercado.

Algunos municipios quizá no generen cantidades suficientes de reciclables como para interesar a los mercados locales. En este caso, varios municipios pueden unirse y procesar sus reciclables conjuntamente, consiguiendo más fácil compradores finales (que precisan de unas cantidades y calidades de material uniformes) para sus materiales.

6.1.1.2.7.1 Localización del mercado. Las empresas en Cartagena que compran materiales reciclables, en líneas generales son pequeñas e intermediarias de otras empresas que si procesan los materiales, la gran mayoría ubicadas en Medellín y Santa Fe de Bogotá, en el cuadro 38 se presentan las empresas en Cartagena según el material reciclable que compran.

Cuadro 38. Empresas recicladoras en Cartagena

EMPRESA	MATERIAL RECICLABLE QUE COMPRAN
Reciclaje Zuleta	Vidrios, papeles y cartones, plástico, cobre, y hierro

Jorge Iván Palacios B. & cia. Ltda.	Papel y cartón.
Envases y empaques de Cartagena	Vidrios, papeles y cartones.
Cooperativa multiactiva de recicladores del Henequén	Vidrios, papeles y cartones.
Refipal Ltda..	Papel y cartón.
Retales y papeles Ltda.	Papeles y cartones.

Fuente. Las autoras

6.1.1.2.8 Precios de ventas. Los precios de ventas fluctúan continuamente, debido a la inestable demanda de los productos reciclables, a su vez las empresas fijan sus precios de acuerdo con la calidad, cantidad y relación que establezcan con las empresas recicladoras. Estas a su vez se pueden encargar de recoger los materiales en los mismos municipios pero el precio de éstos variará ya que influiría en los costos de transportes, fletes , gasolina, entre otros.

El cuadro 39 muestra un promedio de precios de venta actuales (abril del 2000) en el mercado.

Cuadro 39. Promedio de precios de ventas de materiales reciclables en Cartagena

MATERIAL	PRECIO (\$/ Kg.)
Papel	50
Cartón	35-50
Plástico	*50-100-150
Vidrio	20
Hierro	35
Cobre	1500

Fuente. Las autoras

* El material del plástico varia el precio dependiendo si es de alta o baja densidad ya que hay unos que necesitan mayor tratamientos que otros, como se explicó en el literal del plástico

6.1.1.2.9 Proceso de reciclaje. El proceso de reciclaje que recomendamos es el proceso general para reciclar en la fuente, el cual comienza con la etapa más crítica, la clasificación de los residuos sólidos en materiales reciclables y no reciclables, (se recomienda utilizar bolsas verdes para los reciclables y negras para los no reciclables) por parte de los usuarios del servicio de aseo. Se puede considerar crítica esta etapa porque si los usuarios no están lo suficientemente motivados pueden fácilmente, decidir no realizarla; ya que rompe con sus hábitos y costumbres; por lo tanto la primera etapa del proceso de reciclaje en la fuente es

la concientización y motivación de la población (ver numeral 6.2). Posteriormente, los usuarios colocan las bolsas en la acera ó en las unidades de almacenamiento según los días de recolección para cada zona, donde luego serán recogidas por los operarios encargados de la recolección, quienes la depositarán en el compartimiento destinado para cada una dentro del vagón del vehículo recolector.

Una vez terminado el recorrido de la zona, el vehículo recolector se dirigirá al relleno sanitario, donde los operarios de recolección descargarán las bolsas en un lugar destinado para esto dentro de las instalaciones del relleno.

Más tarde, otro operario (clasificador) se encargará de recoger las bolsas descargadas por los operarios de recolección, las cuales contienen el material reciclable. Luego, el operario transportará las bolsas con una carretilla hasta una mesa donde procederá a descargarlas y abrirlas, después las vaciará para verificar el contenido y clasificará los materiales de acuerdo con su naturaleza, desechando aquellos materiales que no reúnan las especificaciones dadas por los compradores, expuestas anteriormente. Estos materiales serán pesados y empacados posteriormente. Luego el operario registrará la cantidad y calidad de materiales recibidos, con el objetivo de mantener un control de estos (ver figura 47). Una vez se acumule la cantidad establecida por los compradores (10 Ton.), se contactará a la empresa dispuesta a realizar la compra del material para que lo recoja en la cabecera del municipio.

6.1.1.2.10 Compostaje. El mayor porcentaje de participación en las basuras está conformado por los restos orgánicos, los cuales pueden ser aprovechados para el mejoramiento de suelos dando beneficios a la comunidad además de darle una mejor utilización al relleno sanitario alargando su vida útil; a través de la técnica del compostaje, la cual trata los residuos sólidos orgánicos por procesos de fermentación controlada, se obtiene un producto estable de características definidas y útil para la agricultura. El compostaje sería una técnica complementaría para el proceso de reciclaje, dando un mejor aprovechamiento a las basuras, adelante explicamos en que consiste este proceso.

Compost. Material tipo humus, bioquímicamente estable, constituido por un 39% de materia orgánica, 0.61% de Nitrógeno, 0.7% de Fósforo, 1% de Potasa, 8% de Ccal, entre 30% y 40% de humedad y elementos menores varios.

6.1.1.2.10.1 Objetivos del Compost.

- Estabilizar las materias orgánicas putrescibles.
- Destruir todos los gérmenes patógenos nocivos.

- Conservar el Nitrógeno, Fósforo, Potasa y materias orgánicas resistentes que se encuentran en las materias primas.
- Conseguir un producto final uniforme y relativamente seco, libre de objetos molestos y perjudiciales.
- Realizar el proceso de forma higiénica sin insectos, roedores ni olores y de un modo barato y seguro.

6.1.1.2.10.2 Formas de compostaje. El compostaje puede realizarse por dos formas:

- **Fermentación aerobia.** Proceso de fermentación en que las bacterias existentes en las basuras o en el suelo toman el oxígeno del aire y el carbono y nitrógeno de la materia orgánica contenida en las basuras.
- **Fermentación anaerobia.** Proceso de fermentación en que el oxígeno es tomado de las mismas basuras. Al no existir en las basuras oxígeno suficiente para completar el proceso, la oxidación anaerobia de las mismas dará lugar a amoníaco y ácido sulfhídrico, con temperaturas superiores a las producidas en la oxidación aerobia e insuficientes para la eliminación de todos los gérmenes patógenos y malos granos.

6.1.1.2.10.3 Objetos a eliminar para el tratamiento del compost.

1. **Objetos voluminosos:** Los objetos muy voluminosos no pueden descomponerse fácilmente y en caso de usar trituradora podría causar atascamientos. Sucede esto con objetos como: cajones, esteras, neumáticos, troncos y huesos de gran tamaño.
2. **Objetos peligrosos:** Aunque es excepcional encontrar armas municiones, entre las basuras domesticas, no es raro recuperar entre ellas botellas de gas, envases de aerosol. No hace falta decir que estos objetos peligrosos se tienen que separar.
3. **Objetos compactos:** La presencia de piedras, ladrillos, pedazos de hormigón y desechos metálicos, pueden provocar grandes desgastes y graves averías en caso de utilizar maquinaria y retrasos en el procesamiento cuando toca sacarlos manualmente.
4. **Objetos recuperables:** Algunos productos se pueden separar manualmente o mecánicamente y venderlos. Entre estos productos, y de acuerdo con el mercado local, se pueden citar los siguientes:

- Chatarra férrica: La recuperación de la chatarra férrica se hace con electroimanes antes o después de la trituración. Los materiales que se recuperan de esta forma se comprimen con una presa hidráulica, en lingotes de 20 a 40 Kg. fáciles de manipular.
- Materias plásticas: Dentro de la tendencia actual de recuperar las materias primas se intenta hoy recuperar las materias plásticas, tanto más cuando los plásticos no tiene el menor interés para la calidad del producto final de tratamiento. Esta selección se hace especialmente sobre objetos de grandes dimensiones.

6.1.1.2.10.4 Tratamiento mecánico. Tiene por objeto fundamental conseguir un molido previo de las basuras para obtener una masa homogénea y de fina granulometría, y al mismo tiempo disponer de mayor superficie de ataque para las bacterias, con lo que se logrará una aceleración en el proceso de fermentación.

En este proceso mecánico se procede a la selección de los materiales aprovechables, que posteriormente serán vendidos en su estado inicial.

❖ **Especificación de los equipos utilizados.**

- **Carretillas:** Son de tipo común manuales y se emplean para el transporte desde el patio de selección hasta el molino de martillos, y en la descarga para llevar el producto desde el bioestabilizador al patio de maduración.
- **Banda Transportadora:** Se emplea para llevar el material después de triturado hasta el biodigestor. La instalación deberá estar hecha de modo que el molino descargue directamente en la banda y posteriormente por medio de una pequeña tolva en el bioestabilizador. Sus especificaciones son las siguientes:

Tipo: Sin Fin.

Ancho: 0.45 m

Material: Caucho.

Motor de acondicionamiento: 2h.p. (1.725rpm: 60Hz).

El motor reductor, debe estar acoplado a una polea conductora mediante un sistema de catalinas y cadena, que vayan a un rodillo que accione la banda; y en el extremo opuesto se debe encontrar el rodillo de tensionamiento. Además se debe tener distribuidos convenientemente rodillos guías para facilitar el rodamiento de la banda.

- **Molino de martillos:** El molino de martillos estará comprendido por una estructura de fuerte construcción en la que va montando un árbol horizontal que lleva 20 martillos de acero de tipo oscilante. El árbol gira a gran velocidad y los martillos rompen y desmenuzan la basura al entrar ésta en el interior del molino. El período de retención del material que pasa por la máquina debe ser de pocos segundos. Los martillos no deben ser de tipo común sino con características específicas de tal manera que la basura es picada y desmenuza. El motor que acciona el molino debe tener las siguientes especificaciones: 15 Kw. (1.760rpm; 60Hz) y que genere una velocidad al árbol central igual a 782 rpm.
- **Bioestabilizador:** este es un cilindro de 12 metros de largo y 1.60 metros de diámetro está construido en hierro tol (de 3/16 de pulgada de espesor) en 8 secciones transversales de 1,20 de largo cada una, ensamblados entre sí de tal forma que permiten el cambio independiente de cada una de ellas en caso necesario. En su interior se encuentran 18 planchas deflectoras colocadas en la forma indicada y cuya misión es facilitar la mezcla del material en fermentación. El biodigestor se encuentra casi horizontalmente sobre dos pistas de rodamiento que están fijados sobre bases de concreto.

6.1.1.2.10.5 Tratamiento manual. Por su bajo costo, este tratamiento es el más recomendable para los municipios en caso que decidan adoptar este método para aprovechar los residuos sólidos orgánicos. La compostación en las plantas

operadas manualmente, cumple con cinco etapas básicas para el procesamiento de los residuos sólidos. Las describiremos a continuación (ver anexo F):

- **Preparación.** Esta fase incluye actividades como recepción, pesaje, clasificación y separación (principalmente), pudiendo realizarse además, una etapa adicional denominada trituración.

El área y equipo de recepción esta diseñada para actuar como almacenador de desperdicios y para proveer un flujo uniforme de desechos a lo largo de la planta.

A medida que los desperdicios salen del área de recepción, materiales recuperables o reciclables tales como trapos, plásticos, metales, cueros y otros no biodegradables son removidos manualmente. Los metales ferrosos pueden ser también removidos utilizando separadores magnéticos. Los materiales reciclables recuperados son separados y vendidos como materias primas para la industria tradicional y los no reciclables inorgánicos son enterrados en el relleno sanitario.

Una vez se ha hecho la separación, el material compostable (orgánico), se traslada hasta la zona de digestión o fermentación, donde se puede mezclar con lodos de aguas negras, o estiércol, si existe la disponibilidad.

- **Digestión.** La digestión o descomposición puede ser llevada a cabo en recintos cerrados o pilas al aire libre. El principal objetivo de este proceso es el de crear un ambiente en el cual los microorganismos puedan descomponer la porción orgánica de los desechos.

La mayoría de las plantas modernas utiliza la digestión aeróbica. Para la digestión las bacterias requieren de oxígeno que es suministrado aireando el material de descomposición mediante remoción periódica. Si se trata de un recinto cerrado se inyecta aire a través de tuberías o mediante algún sistema de aireación mecánica uniforme.

Durante la digestión se genera calor que alcanza temperaturas que oscilan entre 60°C y 70°C o mayores. Este calor destruye los organismos patógenos y a medida que avanza el proceso se acelera la descomposición lo que impide la generación de olores desagradables.

Cuando el oxígeno presente se agota por falta de aireación, empiezan a aparecer organismos anaeróbicos que realizan el proceso de una manera más lenta. Esta descomposición anaeróbica tarda entre cuatro a seis meses, mientras que la descomposición aeróbica toma unas ocho semanas. En la descomposición anaeróbica las temperaturas alcanzadas son de 38°C a 55°C y se generan malos olores.

La digestión o estabilización del desecho se logra cuando las temperaturas bajan y se estabilizan, la apariencia del producto es de humus (tierra negra), la humedad es de alrededor de 40% y la relación Carbono / nitrógeno es cercana a 20%.

El tiempo requerido para la digestión también depende de la relación C/N. En estudios realizados por la Universidad de California se encontraron los siguientes tiempos de compostación para diferentes relaciones iniciales de C/N.

Relación inicial para C/N	Tiempos aproximados digestión (días)
20	9-12
30-50	10-16
78	21

Cuando la relación inicial de C/N es de 30 a 35, el color y olor de humus se alcanza entre diez y quince días de descomposición activa.

- **Curado.** El curado es una fase opcional, en donde se ha empleado más tiempo para la estabilización. Si el compostado va a ser utilizado inmediatamente, el curado es necesario. Por el contrario, si el compostado se va a agregar en campos y jardines que no serán cultivados por uno o dos meses, el curado no es necesario en la planta de compostación y se llevará a efecto en los sitios de recepción final.

En una planta de compostación con buena aireación la fase de curado puede tomar unas dos semanas adicionales, habiéndose reportado tiempos extremos de curado entre siete días y cuatro semanas.

- **Acabado.** Consiste en el tamizado o triturado, o ambas operaciones a la vez, con el fin de mejorar la apariencia final del compostado. En esta fase se procura remover plásticos, vidrios y otros materiales que han quedado luego de la primera selección, con el objeto de mejorar la calidad final del compostado.

Sin embargo cuando el producto va a ser utilizado para controlar la erosión o abonar terrenos en sitios alejados, no es necesario hacer esta fase en la planta.

En resumen, teniendo en cuenta el uso que se le dará al producto, así como el mercado del mismo, dependerá la necesidad de las fases de curado y acabado.

- **Almacenamiento.** Esta etapa sólo se realiza cuando la demanda por el material compostado no es muy alta. El producto debe haberse sometido a los procesos de curado y acabado, la humedad no debe ser superior al 100%; su aspecto debe ser granulado, fino, suelto, no debe formar una masa al apretarlo.

El empaque más utilizado son las bolsas plásticas transparentes, pudiendo utilizarse también bultos de fibra para grandes cantidades. Este almacenamiento puede hacerse al aire libre o en recinto cerrado, de manera manual o mecánica.

6.1.1.2.10.6 Criterios de Diseño para una Planta de Compostaje. Básicamente son tres los criterios que deben ser considerados cuando se procede a diseñar una planta de compostación.

- Cantidad de desechos sólidos generados, según población servida.
- Compostación de los desechos sólidos, según naturaleza orgánica e inorgánica.
- Jornadas de trabajo.

Conocer la calidad y la composición de los desechos sólidos es clave en una planta de compostación; así, si la composición de desechos es alta en papel (celulosa), la descomposición por parte de los microorganismos es lenta y la compostación será prolongada.

Tanto la calidad, como la cantidad de los desechos sólidos que se producen por día/ persona, está condicionada a factores regionales, climáticos, costumbres, hábitos, nivel social, económico y cultural.

En relación a la calidad y características de los residuos sólidos, los estudios indican los siguientes promedios: desechos orgánicos putrescibles 60-80%, materiales reciclables tales como papeles, cartones, hojalatas y vidrios el 25-30% del total de desechos producidos por persona día, siendo más significativos estos valores en las grandes ciudades.

Otro criterio de diseño muy importante es la duración de la semana laboral. Si la planta opera sólo cinco días a la semana, pero recibe basura durante los siete días, debe considerarse la adecuación de un espacio para almacenar la basura no procesada.

Además de los días laborales también hay que tener en cuenta cuántos turnos se hacen en un día. Si hay más de un turno diario, la capacidad del área de

operación será menor, pero las áreas de recepción y almacenamiento deberán ser mayores para almacenar los desechos sólidos recolectados que van a ser procesados en turnos adicionales, o bien en días festivos.

Las áreas de digestión y almacenamiento serán diseñadas de acuerdo a la capacidad real de operación de la planta

6.2 EL CIUDADANO Y SUS COMUNIDADES

De gran importancia es el papel que éstos deben cumplir. Más de la mitad de los desechos que hoy descartamos tienen su origen en los hogares. Podría afirmarse que pretender fomentar esta actividad sin la participación activa y consciente del común de los ciudadanos es una tarea prácticamente imposible.

Dos aspectos son de vital importancia considerar en este caso. En primer lugar la labor de reciclaje es eficiente si la recuperación se efectúa desde la fuente de generación. Con ello se gana en calidad y se reducen significativamente los costos del aprovechamiento. La actividad que hoy se cumple en los botaderos y calles debe desaparecer para siempre dando paso a la recolección selectiva organizado sobre la base de la participación de las comunidades e incorporando eficientemente a los recuperadores informales.

La participación comunitaria es crucial para el éxito de un programa de reciclaje.

La recuperación eficaz de reciclables de alta calidad, en grandes cantidades, depende de la participación ciudadana. Aunque está creciendo la percepción pública en cuanto a la validez del reciclaje como estrategia para la gestión de residuos, los planificadores deben prever algunas resistencias al cambio. No se puede esperar que todos los residentes y negocios abracen con ganas el reciclaje, sobre todo en sus comienzos. Sin embargo, si se identifican y caracterizan las actitudes y/o objeciones públicas hacia el reciclaje, los planificadores pueden diseñar programas que consignan un nivel máximo de recuperación con un nivel de inconveniencia mínimo.

Se ha comprobado que una parte del público participará en los programas de reciclaje sin importar la calidad de la promoción o las facilidades para reciclar.

Probablemente estos individuos están motivados por éticas ambientales sinceras.

Por lo tanto, no es preciso convencer a estos ciudadanos para que participen. Por otra parte, habrá otro pequeño segmento de la población reacio a participar independientemente del nivel o tipo de publicidad. No obstante, la mayoría de los ciudadanos podrán ser concientizados mediante información y programas de

promoción responsables, y es precisamente a este gran segmento de la población a quien es importante conocer y comprender.

Una forma de medir el interés y apoyo público hacia el reciclaje consiste en hacer sondeos entre los residentes, empresas, instituciones etc.; se trata de establecer cuáles son sus actitudes en cuestiones como la evacuación de residuos y reciclaje. Al final cada municipio tendrá que desarrollar la estrategia de comunicación más eficaz para sus ciudadanos.

❖ **El aparato educativo:** El reciclaje es una práctica cultural a la que se llega principalmente por medio de la educación tanto formal como informal.

Las universidades y las guarderías, los centros de investigación y los salones de clase, los profesores y sus alumnos, los padres de familia y las autoridades del Ministerio de Educación, todos ellos son los grandes responsables – futuros y presentes- del sueño de un mañana mejor, de un mundo más amable y menos contaminado, sin ellos sin su concurso entusiasta y compromiso, todo seguirá siendo desecho.

6.3 PROMOCIÓN DEL PROGRAMA DE APOYO AL PROYECTO

Para vender el concepto del programa de aseo pueden emplearse las practicas habituales de publicidad. Los temas promociónales y educativos deben ser claros, ilustrativos, creativos, que llamen la atención y sobre todo que sean permanentes.

La motivación de la comunidad puede promoverse de dos formas:

❖ **Métodos directos:**

Los métodos directos que se sugieren para promocionar el programa de aseo son:

Reuniones, charlas, talleres y exposiciones, los cuales se deben realizar conjuntamente. Estos métodos deben ser aplicados a la totalidad de los usuarios del servicio.

❖ **Métodos indirectos:**

Para el programa de aseo, también se sugiere que sea promovido a través de los siguientes métodos indirectos: Carteleras, afiches, vallas, cruza calles y

plegables. Otros métodos a utilizar son: Las cartillas y volantes, los cuales pueden ser distribuidos junto con las facturas de cobro de los servicios públicos.

6.3.1 Programa de orientación ciudadana.

6.3.1.1 Introducción.

Lo esencial de estos programas radica en el concepto de integración y colaboración que pueda ser asumida por la ciudadanía. Una actitud positiva de la colectividad constituye un elemento fundamental para preservar la limpieza y lograr a través de su colaboración el nivel de higiene urbana que todo municipio desea.

6.3.1.2 Metas y objetivos.

❖ Generales

1. Informar a la colectividad sobre el nuevo programa de servicios.
2. Dar a conocer al público usuario los programas, frecuencias y horarios de servicios en su sector.

3. Crear espíritu de cooperación por parte de la comunidad.

4. Lograr que los vecinos se sientan realmente servidos.

❖ **Específicos**

1. Informar a los usuarios sobre los servicios que se desarrollan en su sector.

2. Crear un clima de confianza y credibilidad entre los usuarios y los servicios de limpieza y mantenimiento.

3. Hacer que las comunidades integren sus esfuerzos por la higiene del municipio.

4. Lograr un alto grado de cooperación por parte de la comunidad.

5. Incentivar a la población a adquirir una actitud de orgullo al mejorar el aspecto de limpieza del municipio.

6. Incentivar a las comunidades a fomentar y ejecutar programas de reciclaje.

La efectividad del programa se inicia con la identificación de la empresa; esta identificación la portarán los mensajes institucionales que motiven la conciencia de la comunidad con relación a la higiene del municipio.

6.3.1.3 Informar al público. A través de la presentación oficial de la empresa se tendrá la oportunidad de informar sobre el compromiso del municipio en alcanzar un alto nivel de higiene, con la implementación un sistema de limpieza; y la presentación de la nueva empresa responsable de la prestación del servicio.

6.3.1.4 Programa específico. Cuando se inician nuevos sistemas de limpieza y recolección, estos implican cierto cambio en los hábitos cotidianos de la población.

Estos cambios ocurren rápidamente cuando el ciudadano siente que es pieza importante en el proyecto general.

El éxito de estos programas debe orientarse a tres aspectos fundamentales:

1. Participación.
2. Continuidad.
3. Planes específicos.

Estos aspectos al cumplirse sistemáticamente, generan prestigio al municipio.

El programa debe orientarse a organizaciones vecinales, colegios, hospitales e instituciones públicas.

Proponemos que la empresa de servicio público invite a las asociaciones con vocación de servicio a integrarse para realizar un intenso trabajo, orientado hacia los siguientes objetivos:

- Dar a conocer el deseo de la empresa de servicio público municipal por dar solución a los problemas de la limpieza.
- Incentivar a estas organizaciones para que actúen como medio de divulgación de los mensajes y participar activamente en los programas educativos.
- Canalizar inquietudes y sugerencias de los representantes de cada zona, con el propósito de solucionar los problemas específicos que en ellos se presentan.
- Cuidar y reivindicar la imagen social del trabajador del aseo como servidor público.

- Motivar a las comunidades mediante la realización de charlas ambientalistas y de cómo incide el comportamiento ciudadano en el mantenimiento del ecosistema.

6.3.2 Intensidad del programa de apoyo. La campaña educativa se debe iniciar aproximadamente 4 meses antes de implantar el programa de aseo y se debe intensificar durante la ejecución del mismo, ya que si se realiza con demasiada antelación la gente lo olvida, lo pierde y se impacienta, si se inicia después de implantar el programa la gente tenderá a la confusión. La campaña educativa se debe extender hasta que sea notoria la interpretación y aplicación de los objetivos de la misma, por todos los usuarios del servicio de aseo.

6.3.3 Lugares de promoción del programa de apoyo. Los lugares para colocar afiches, carteleras y desarrollar reuniones, charlas, exposiciones ó talleres pueden ser: Escuelas, centros de salud y otro tipo de instituciones.

Las vallas se sugieren colocarlas en la entrada del municipio, en los botaderos a cielo abierto, en la plaza del municipio, en los campos deportivos etc...

Los cruza calles se colocaran en las calles más transitadas por vehículos y peatones.

Las cartillas deberán ser distribuidas en cada una de las viviendas existentes en el municipio.

6.4 CONCLUSIONES DEL PROGRAMA DE APROVECHAMIENTO

- La recuperación o reciclaje de los residuos sólidos disminuye la producción por habitante de basuras, disminuyendo así el volumen de basuras a enterrar, obteniendo una mayor vida útil del terreno.
- Disminuye los costos de la prestación del servicio de aseo.
- Disminuye la tarifa a pagar por los usuarios.
- Disminuye la contaminación del ambiente no solamente la causada por los propios residuos, sino también porque la industria debe producir menos material reutilizable.
- Disminuye el deterioro de los recursos naturales porque minimiza su utilización; reincorporando al proceso productivo materiales que aún presentan alguna utilidad, economizando así recursos y conservando el medio ambiente.

- Produce ingresos y es fuente de trabajo para las personas que laboran en estos métodos.
- Produce divisas al país porque se deben importar menos materias primas.
- El reuso y reciclaje son perfectamente compatibles con la crisis mundial energética y estos métodos reincorporan al proceso productivo elementos que en la actualidad se están desperdiciando.
- Fomenta el cambio de actitud en la gente frente a las basuras, pues no todo lo que se bota, es basura.

7. PLAN PARA ADMINISTRAR Y PONER EN MARCHA LA PROPUESTA

7.1 ORGANIZACIÓN DE LA SECRETARIA DE SERVICIOS PUBLICOS (SECCION ASEO). (Ver figura 48).

7.1.1 Estructura Organizacional. **Para llevar a cabo este proyecto con la Administración Municipal, la creación de la Secretaría de Servicio Público para administrar el servicio de aseo, requiere de una estructura la cual debe ser lo más plana posible (ver figura 48), para que los procesos se cumplan de una manera más eficiente. Se presentará a continuación el manual de funciones por cargos y responsabilidades dentro del proceso. El cual**

permitirá además la delimitación de los cargos, orientando así al personal según sus objetivos dentro de la Secretaría, así como el logotipo propuesto para la empresa de aseo (ver anexo G).

Este deberá ser sometido a la aprobación del Consejo Municipal para su implantación.

7.1.2 Manual de Funciones.

NOMBRE DEL CARGO: **Mensajero.**

ÁREA: **División de Administración y Finanzas.**

JEFE INMEDIATO:

OBJETIVOS DEL CARGO: **Repartir la facturación de la empresa en el período correspondiente, entregando el recibo a cada usuario en la dirección correcta.**

FUNCIONES:

- **Clasificar la correspondencia de acuerdo al sector, para agilizar el proceso de entrega.**

- **Distribuir las facturas de cobro a cada uno de los usuarios del servicio; en la dirección registrada, para la verificación y cancelación del saldo de la cuenta por parte del usuario.**
- **Reportar direcciones equivocadas y conexiones fraudulentas ante su jefe inmediato, para mejorar la eficiencia del servicio.**
- **Realizar las transacciones bancarias.**
- **Envío de documentos y correspondencia.**
- **Las demás funciones que le sean asignadas por su jefe inmediato, de acuerdo con la naturaleza del cargo.**

REQUISITOS:

EDUCACIÓN: Para ocupar el cargo debe haber finalizado estudios de bachiller. (secundaria completa).

EXPERIENCIA: 6 meses en labores similares.

INICIATIVA: No exige iniciativa.

RESPONSABILIDAD:

RESPONSABILIDAD POR LA CORRESPONDENCIA: El cargo exige que responda por todos los recibos a entregar, así como los documentos que se encarga de enviar y las transacciones a realizar.

CONDICIONES DE TRABAJO: No presenta situaciones de peligro que ocasionen riesgos personales.

CONDICIONES AMBIENTALES: Requiere estar expuesto continuamente al sol e inclemencias del clima.

ESFUERZO FÍSICO: El cargo requiere estar de pie y caminando durante toda la jornada laboral.

ESFUERZO MENTAL: Se requiere de concentración para evitar equivocaciones y posteriormente devoluciones o retrasos en el pago por parte de los usuarios.

NOMBRE DEL CARGO: Auxiliar de servicios generales.

ÁREA: Secretaría de servicios públicos.

JEFE INMEDIATO: Asistente de administración y finanzas.

OBJETIVOS DEL CARGO: Velar para que se mantenga en buena presentación y organización el aseo de las oficinas, pasillos, y demás dependencias de la sede administrativa.

FUNCIONES:

- **Efectuar las labores de aseo asignadas, tales como: Trapear, barrer, sacudir, mediante los equipos de aseo (escoba, trapeo, panola y balde) a su cargo, para mantener una buena presentación de la empresa. Además de la lavar pocillos y vasos.**
- **Responder por los elementos de aseo asignados para realizar sus labores cotidianas.**
- **Preparar y repartir bebidas, tales como: agua, gaseosas, café, aromáticas etc. A los empleados de la sede administrativa.**
- **Realizar las labores de mensajería interna en las instalaciones de la empresa, para realizar el proceso de intercambio de información entre departamentos.**
- **Las demás funciones que le sean asignadas por su jefe inmediato, de acuerdo con la naturaleza del cargo.**

REQUISITOS:

EDUCACIÓN: **Básica primaria completa.**

EXPERIENCIA: **No requiere experiencia previa.**

INICIATIVA: **No exige iniciativa.**

RESPONSABILIDAD:

RESPONSABILIDAD POR RECURSOS FÍSICOS: **Exige responder por los implementos de aseo (escoba, traperos, paños y baldes) y dotación (uniforme y equipo de seguridad personal) suministrados.**

RESPONSABILIDAD POR LA CORRESPONDENCIA: **El cargo exige que responda por todos y cada uno de los documentos a entregar.**

CONDICIONES DE TRABAJO: **No presenta situaciones de altos riesgos o peligros que pueda ocasionar grandes daños personales.**

CONDICIONES AMBIENTALES: **El desempeño de las labores del cargo obliga a estar en ambientes con moderado polvo.**

ESFUERZO FÍSICO: **El cargo requiere estar de pie y caminando en forma esporádica, durante la jornada laboral.**

ESFUERZO MENTAL: Debido a que las labores del cargo son sencillas y repetitivas no requiere de esfuerzo mental.

NOMBRE DEL CARGO: Conductor - Mecánico.

ÁREA: Supervisión de rutas, operaciones de aseo y recolección.

JEFE INMEDIATO: Supervisor de rutas, operaciones y recolección.

OBJETIVOS DEL CARGO: Conducir el vehículo recolector de basura, además de velar por su correcto y eficaz mantenimiento y responder por la eficacia y oportuna prestación del servicio.

FUNCIONES:

- **Revisar el estado del vehículo recolector antes de empezar su labor diaria, verificando los niveles mínimos exigidos de funcionamiento, para evitar contratiempos en la prestación del servicio.**
- **Ejercer labores de conducción del vehículo recolector en las rutas previamente establecidas, con el fin de cumplir con el programa de recolección domiciliaria de residuos sólidos.**

- **Transportar la basura producto de las actividades de los diferentes sectores, conduciendo el vehículo recolector a su cargo, para el tratamiento de estos desechos en el sitio de disposición final.**
- **Realizar operaciones mecánicas sencillas de mantenimiento del vehículo a su cargo, y solicitar la ejecución de aquellas más complejas.**
- **Dirigir y controlar las labores de los operarios que integran la cuadrilla de recolección.**
- **Velar por el mantenimiento y buena presentación de las herramientas y equipo a su cargo, con el propósito de no acortar su vida útil, ni su eficiencia.**
- **Las demás funciones asignadas por su jefe inmediato que tengan relación con la naturaleza del cargo.**

REQUISITOS:

EDUCACIÓN: Se requiere para el cargo ser bachiller, tener licencia de conducción, y conocimientos básicos de mecánica automotriz.

EXPERIENCIA: Un año de experiencia en cargos similares (manejo de vehículos pesados).

INICIATIVA: El cargo requiere de un poco de iniciativa al momento de dirigir y controlar las labores de la cuadrilla de recolección.

RESPONSABILIDAD:

RESPONSABILIDAD POR RECURSOS FÍSICOS: Debe responder por el uso, mantenimiento y salvaguarda del vehículo a su cargo y la dotación suministrada (uniforme e implementos de seguridad personal).

CONDICIONES DE TRABAJO: Riesgo a contraer afecciones en las vías respiratorias generadas por la continua exposición a olores putrefactos.

CONDICIONES AMBIENTALES: El cargo requiere de la exposición a altas temperaturas, polvo y humedad.

ESFUERZO FÍSICO: El cargo requiere la adopción de una posición fija durante toda la jornada de trabajo.

ESFUERZO MENTAL: Se requiere de concentración para realizar las labores de conducción.

NOMBRE DEL CARGO: Auxiliar de recolección.

ÁREA: Supervisión de rutas, operaciones de aseo y recolección.

JEFE INMEDIATO: Supervisor de rutas, operaciones de aseo y recolección.

OBJETIVOS DEL CARGO: Recoger las basuras en los diferentes sectores asignados del municipio; originada por los usuarios del servicio con el fin de mejorar el aspecto estético del sector y salubridad.

FUNCIONES:

- **Recolectar los residuos sólidos dejados en las aceras y en las unidades de almacenamiento y centros de recolección selectiva, arrojándolos dentro del vehículo recolector para su posterior disposición .**
- **Realizar la descarga de las bolsas.**
- **Las demás funciones que le sean asignadas y afines con la naturaleza del cargo.**

REQUISITOS:

EDUCACIÓN: Estudios de básica primaria aprobados.

EXPERIENCIA: No se requiere experiencia.

INICIATIVA: El cargo no requiere iniciativa.

RESPONSABILIDAD:

RESPONSABILIDAD POR RECURSOS FÍSICOS: Responsabilidad por el uso, mantenimiento y salvaguarda de equipos a su cargo y la dotación suministrada.

CONDICIONES DE TRABAJO: Riesgo de contraer afecciones en las vías respiratorias; generadas por la exposición continua a olores putrefactos, irritaciones en la piel y ojos. Enfermedades profesionales como problemas en la espalda y columna vertebral por el peso que carga al momento de recoger las basuras.

CONDICIONES AMBIENTALES: El cargo requiere de la exposición a altas temperaturas, polvo y humedad.

ESFUERZO FÍSICO: En el desempeño de las labores del cargo requiere estar de pie, caminando y levantando pesos (25 Kg) durante el desarrollo de su jornada laboral.

ESFUERZO MENTAL: Las funciones del cargo son labores sencillas y repetitivas, las cuales no requieren esfuerzo mental.

NOMBRE DEL CARGO: Supervisor del relleno sanitario.

ÁREA: Supervisión de rutas, operaciones de aseo y recolección.

JEFE INMEDIATO: Supervisor de rutas, operaciones de aseo y recolección.

OBJETIVOS DEL CARGO: Dirigir las labores de operación y control del relleno sanitario, para garantizar que estas se realicen de acuerdo a los términos que rigen el proyecto.

FUNCIONES:

- **Coordinar las actividades del personal a su cargo, para la correcta operación del relleno sanitario.**
- **Dirigir y controlar la operación de evacuación de los desechos sólidos de cada uno de los vehículos de recolección, verificando que la disposición se realice en la celda indicada y que se encuentre en uso, para cumplir con el diseño del relleno.**

- **Inspeccionar las labores de compactación de los residuos sólidos en la celda de trabajo en uso, conservando cotas, espesores, niveles previstos en el diseño y demás indicaciones.**
- **Dirigir y supervisar las labores de recubrimiento de los residuos sólidos con el material de cobertura, respetando los espesores indicados, para asegurar el cumplimiento de las normas ambientales.**
- **Inspeccionar los mecanismos de control de lixiviados, material disperso, gases, aguas de escorrentía, estado de vías internas, de acceso. Mediante la verificación por el buen funcionamiento y condiciones de los componentes del relleno.**
- **Asegurar que se le de buen uso a las herramientas y equipos. Ejecutar los planes de mantenimiento de los equipos de acuerdo a los programas establecidos para tal fin.**
- **Vigilar el efectivo cumplimiento de las normas de medicina preventiva, higiene y seguridad industrial.**
- **Las demás funciones asignadas por su jefe inmediato que tengan relación con la naturaleza del cargo.**

REQUISITOS:

EDUCACIÓN: **Requisitos para ocupar el cargo. Ingeniero sanitario, Ingeniero industrial, tecnólogo en saneamiento ambiental.**

EXPERIENCIA: **Experiencia mínima de un año en cargos similares.**

INICIATIVA: **El cargo requiere iniciativa a la hora de realizar todas las funciones que tienen relación con la disposición final de los residuos sólidos.**

RESPONSABILIDAD:

RESPONSABILIDAD POR RECURSOS FÍSICOS: **Responsabilidad por el uso, mantenimiento y salvaguarda de equipos a su cargo y la dotación suministrada.**

RESPONSABILIDAD POR SUPERVISIÓN: **Responder por la dirección del equipo humano bajo su cargo.(operadores del relleno sanitario).**

RESPONSABILIDAD POR TOMA DE DECISIONES: **Toma de decisiones que afectan de alguna forma la administración de la empresa y en donde es difícil anticiparse a las consecuencias de las decisiones tomadas.**

CONDICIONES DE TRABAJO: Riesgo a contraer afecciones en las vías respiratorias originadas por la exposición continua a olores putrefactos, irritaciones en la piel y ojos.

CONDICIONES AMBIENTALES: El cargo requiere de la exposición a altas temperaturas (luz solar), polvo y humedad.

ESFUERZO FÍSICO: En el desempeño de las labores del cargo es necesario estar de pie y caminando durante la realización de su jornada laboral.

ESFUERZO MENTAL: Las funciones del cargo requiere de gran concentración en la realización de sus actividades.

NOMBRE DEL CARGO: Operario del relleno sanitario.

ÁREA: Supervisión de rutas, operaciones de aseo y recolección.

JEFE INMEDIATO: Supervisor de rutas, operaciones de aseo y recolección.

OBJETIVO DEL CARGO: Llevar a cabo las labores de disposición final de los residuos sólidos recogidos en las diferentes rutas del municipio.

FUNCIONES:

- **Conformar la celda de trabajo, mediante el manejo de equipos de excavación, para la posterior disposición de las basuras.**
- **Recibir y disponer los residuos sólidos adecuadamente, compactándolos y depositándolos en la celda, utilizando los equipos bajo su cargo, para posteriormente recubrirlos.**
- **Ejercer las labores de nivelación, compactación y cubrimiento de los desechos sólidos, para disminuir la producción de olores, la proliferación de vectores, darle una buena apariencia al relleno y cumplir con las normas ambientales.**
- **Recoger los residuos sólidos esparcidos por acción del viento, que se encuentren en el área del relleno.**
- **Velar por el mantenimiento y de las herramientas y equipo a su cargo, con el propósito de no acortar su vida útil, ni su eficiencia.**
- **Las demás funciones que le sean asignadas por su jefe inmediato y que sean afines con la naturaleza del cargo.**

REQUISITOS:

EDUCACIÓN: Estudios en básica primaria aprobados y capacitación para desempeñar las funciones del cargo.

EXPERIENCIA: No requiere experiencia previa.

INICIATIVA: El cargo no requiere de iniciativa.

RESPONSABILIDAD:

RESPONSABILIDAD POR RECURSOS FÍSICOS: Responsabilidad por el uso, mantenimiento y salvaguarda de equipo y herramientas a su cargo y la dotación suministrada (uniforme y elementos de seguridad).

CONDICIONES DE TRABAJO: Riesgo de contraer afecciones en las vías respiratorias, originadas por la exposición continua a olores putrefactos, irritaciones en la piel y ojos. Enfermedades profesionales como problemas en la espalda y columna vertebral.

CONDICIONES AMBIENTALES: El cargo requiere de la exposición a altas temperaturas, polvo y humedad.

ESFUERZO FÍSICO: En el desempeño de las labores del cargo es necesario de esfuerzo para realizar las labores de su cargo.

ESFUERZO MENTAL: Requiere de cierto grado de concentración al momento de manejar equipo y herramientas a su cargo.

NOMBRE DEL CARGO: Operario de aseo en vías y áreas públicas (Escobita).

ÁREA: Supervisión de rutas, operaciones de aseo y recolección.

JEFE INMEDIATO: Supervisor de rutas, operaciones de aseo y recolección.

OBJETIVOS DEL CARGO: Realizar las labores de limpieza de vías y áreas públicas del municipio.

FUNCIONES:

- Realizar las labores de barrido y limpieza de vías y área públicas, utilizando los equipos de aseo (escoba, pala, rastrillo, bicicleta y bolsas) que tiene a su cargo, para mejorar el aspecto estético del sector.
- Ejercer las labores de recolección y presentación de los desechos sólidos, que se encuentran en las vías y áreas públicas, mediante el uso del equipo que tiene a su cargo para posterior disposición.

- **Recolectar los residuos sólidos dejados en las aceras y en las unidades de almacenamiento de difícil acceso para el vehículo recolector.**
- **Velar por el mantenimiento del equipo de aseo a su cargo, realizando revisiones diarias al momento de su entrega y devolución, para mayor vida útil.**
- **Las demás funciones que le sean asignadas por su jefe inmediato y que tengan relación con la naturaleza del cargo.**

REQUISITOS:

EDUCACIÓN: Básica primaria aprobada.

EXPERIENCIA: El cargo no requiere de experiencia previa.

INICIATIVA: El cargo no requiere de iniciativa.

RESPONSABILIDAD:

RESPONSABILIDAD POR RECURSOS FÍSICOS: Responderá por el uso, mantenimiento y salvaguarda del equipo y herramientas a su cargo (escoba,

pala, rastrillo, bicicleta y bolsas) y la dotación suministrada (uniforme y elementos de seguridad personal).

CONDICIONES DE TRABAJO: Riesgo a contraer afecciones en las vías respiratorias, irritaciones en los ojos y piel. Enfermedades profesionales como problemas en la espalda y columna vertebral.

CONDICIONES AMBIENTALES: El cargo requiere de la exposición a altas temperaturas (solar), polvo y humedad.

ESFUERZO FÍSICO: En el desempeño de las labores del cargo es necesario estar de pie, caminando y cargando pesos (aproximadamente 25 Kg) durante el desempeño de su jornada laboral.

ESFUERZO MENTAL: Son tareas sencillas y repetitivas que no requieren de gran concentración.

NOMBRE DEL CARGO: Vigilante.

ÁREA: Supervisión de rutas, operaciones de aseo y recolección.

JEFE INMEDIATO: Supervisor de rutas, operaciones de aseo y recolección.

OBJETIVOS DEL CARGO: Prestar el servicio de vigilancia en las instalaciones del relleno, respondiendo por los bienes y equipos que se encuentren dentro de las instalaciones.

FUNCIONES:

- **Controlar el ingreso de vehículos y personas a las instalaciones, para mantener la seguridad.**
- **Supervisar constantemente el área donde presta su servicio, mediante la verificación visual, protegiendo y respondiendo por la seguridad de bienes, muebles y personal del relleno.**
- **Llevar el control de entrada y salida de vehículos, elementos, materiales, trabajadores y visitantes, mediante el diligenciamiento de los registros correspondientes, para preservar la seguridad de los bienes y personas de las instalaciones.**
- **Verificar que todas las puertas y ventanas de las instalaciones queden debidamente aseguradas cuando se retire el personal.**
- **Suministrar la información que se le solicite y que se le haya autorizado.**

- **Las demás funciones que le sean asignadas por su jefe inmediato, de acuerdo con la naturaleza del cargo.**

REQUISITOS:

EDUCACIÓN: Estudios de básica primaria aprobados, con libreta militar de primera categoría.

EXPERIENCIA: experiencia mínima de dos años en cargos similares.

INICIATIVA: El cargo requiere de iniciativa para el desarrollo de sus actividades.

RESPONSABILIDAD:

RESPONSABILIDAD POR RECURSOS: Responsabilidad por salvaguardar los equipos, personal e instalaciones a su cargo y la dotación suministrada (uniforme).

CONDICIONES DE TRABAJO: El cargo esta expuesto a lesiones personales en la prestación de sus servicios al enfrentarse directamente con agresores que pretendan cometer actos ilícitos contra el personal, equipos o instalaciones.

CONDICIONES AMBIENTALES: El cargo requiere de exposición a altas temperaturas (solar), polvo y humedad.

ESFUERZO FÍSICO: En el desempeño de sus labores es necesario estar de pie y caminando durante el desarrollo de su jornada de trabajo.

ESFUERZO MENTAL: Requiere de alta concentración en el desarrollo de sus funciones.

NOMBRE DEL CARGO: Clasificador.

ÁREA: Supervisión de rutas, operaciones de aseo y recolección.

JEFE INMEDIATO: Supervisor de rutas, operaciones de aseo y recolección.

OBJETIVOS DEL CARGO: Clasificar los materiales reciclables de acuerdo con su naturaleza, para posterior comercialización.

FUNCIONES:

- Revisar el material recogido para separarlo según su tipo y calidad.
- Pesar y registrar los materiales una vez que hayan sido clasificados, para verificar la cantidad de estos.

- **Liberar el material de cualquier contaminante.**
- **Empacar los materiales después de haber sido clasificados, en las áreas destinadas para su almacenamiento.**
- **Asear el área de trabajo después de haber finalizado sus labores diarias.**
- **Las demás funciones que le sean asignadas por su jefe inmediato y de acuerdo con la naturaleza del cargo.**

REQUISITOS:

EDUCACIÓN: Básica primaria.

EXPERIENCIA: Ninguna.

INICIATIVA: El cargo no requiere iniciativa.

RESPONSABILIDAD:

RESPONSABILIDAD POR RECURSOS FÍSICOS: Responsabilidad por los materiales, herramientas e implementos (uniforme) a su cargo.

CONDICIONES DE TRABAJO: Esta expuesto a contraer enfermedades en la piel al establecer contacto con los residuos.

CONDICIONES AMBIENTALES: El cargo requiere estar expuesto a altas temperaturas, polvo y humedad.

ESFUERZO FISICO: El cargo requiere la adopción de posturas incómodas como agacharse, levantar pesos, estar de pie, entre otras.

ESFUERZO MENTAL: No requiere de alto grado de concentración.

NOMBRE DEL CARGO: Supervisor de almacén y suministros.

ÁREA: División de administración y finanzas.

JEFE INMEDIATO: Asistente de administración y finanzas.

OBJETIVOS DEL CARGO: Adquirir, disponer custodiar y entregar los materiales y equipos necesarios para la prestación del servicio.

FUNCIONES:

- **Planificar el abastecimiento y mantenimiento de los equipos y herramientas necesarias para la operación del servicio de aseo,**

manteniendo actualizado el kardex de proponentes debidamente clasificados e informar a su jefe sobre su comportamiento.

- **Recibir las solicitudes de compra de materiales de consumo que le sean formulados para proceder a su adquisición cuando no haya suficiente existencias en el almacén.**
- **Solicitar personalmente o por teléfono las cotizaciones de los materiales y equipos necesarios, para escoger la mejor alternativa.**
- **Preparar, entregar y relacionar en la planilla el ingreso y salida de materiales del almacén, para llevar el debido control de existencias y de utilización.**
- **Mantenerse en contacto con los proveedores a fin que la entrega de materiales sea rápida, para asegurar el cumplimiento de las especificaciones y calidad señaladas en la orden de compra.**
- **Cumplir con las normas de almacenamiento de tal forma que garanticen la seguridad de los elementos en depósito, para mantenerlos en buen estado.**
- **Las demás funciones que le sean asignadas por su jefe inmediato y que estén de acuerdo con la naturaleza del cargo.**

REQUISITOS:

EDUCACIÓN: **Bachillerato aprobado, Bachillerato comercial completo, cursos de contabilidad aprobados de mínimo 80 horas.**

EXPERIENCIA: **Requiere haber desempeñado mínimo un año de trabajo en labores similares.**

INICIATIVA: **Requiere de iniciativa al momento de establecer relaciones con los proveedores.**

RESPONSABILIDAD:

RESPONSABILIDAD POR RECURSOS FÍSICOS: **El cargo exige responsabilidad por el uso, mantenimiento y salvaguarda de recursos físicos cuyo deterioro, destrucción o pérdida influirían considerablemente en la elevación de los costos.**

CONDICIONES DE TRABAJO: **No se presentan situaciones alto riesgo o de peligro que ocasionen daños personales.**

CONDICIONES AMBIENTALES. Satisfactorias. Ya que el cargo no requiere de la exposición a altas temperatura, humedad y/o polvo en el desempeño de sus labores.

ESFUERZO FÍSICO: El cargo requiere la adopción de posturas incómodas como agacharse, levantar pesos.

ESFUERZO MENTAL: Se requiere un alto grado de concentración en todas las labores a su cargo.

NOMBRE DEL CARGO: Supervisor de rutas, Operaciones de aseo y recolección.

ÁREA: Supervisión de rutas, operaciones de aseo y recolección.

JEFE INMEDIATO: Secretario general de servicios públicos.

OBJETIVOS DEL CARGO: Organizar, Dirigir, coordinar y asesorar el personal a su cargo, y las actividades de recolección de los residuos sólidos con el fin de que se ejecuten correctamente.

FUNCIONES:

- **Coordinar y vigilar porque la recolección de los residuos sólidos en los diferentes sectores se cumpla de acuerdo con el diseño de las rutas preestablecidas.**
- **Supervisar el sistema de barrido, limpieza, recolección, transporte y disposición final de los desechos sólidos, mediante controles de desempeño, para que el servicio sea satisfactorio.**
- **Coordinar los programas de revisión y mantenimiento preventivo de los equipos utilizados en los procesos de barrido, limpieza, recolección y disposición final, siguiendo las normas registradas en los manuales de mantenimiento de los fabricantes de dichos equipos, para alargar su vida útil.**
- **Velar porque los operarios hagan uso adecuado de los implementos de trabajo, y les den debido mantenimiento, de acuerdo con los programas preestablecidos, con el fin de mantenerlos en óptimo estado.**
- **Reunir y registrar la información estadística resultante de cada uno de los procesos a su cargo, mediante el diligenciamiento de los formatos de control de operaciones.**

- **Vigilar el efectivo cumplimiento de las normas de medicina preventiva, higiene y seguridad industrial, con el objetivo de preservar la salud de los trabajadores.**
- **Todas las demás funciones que sean afines, de acuerdo a la naturaleza del cargo.**

REQUISITOS:

EDUCACIÓN: Ingeniero Sanitario y/o ambiental, tecnólogo en saneamiento ambiental.

EXPERIENCIA: Experiencia mínima de dos años específicamente en el área de manejo de residuos sólidos.

INICIATIVA: El cargo requiere una cuidadosa planeación al momento de realizar las funciones que este implica.

RESPONSABILIDAD:

RESPONSABILIDAD POR RECURSOS FÍSICOS: Responsabilidad por el uso, mantenimiento y salvaguarda de los equipos de barrido, limpieza, recolección, transporte y disposición final de los residuos.

RESPONSABILIDAD POR SUPERVISIÓN: Dirección del equipo humano bajo su cargo.

RESPONSABILIDAD POR TOMA DE DECISIONES: Toma de decisiones que afecten de alguna forma la administración de la empresa y en donde es difícil anticiparse a las consecuencias de las decisiones tomadas.

CONDICIONES DE TRABAJO: Riesgo a contraer infecciones y enfermedades de la piel.

CONDICIONES AMBIENTALES: Las condiciones son variadas; haciendo énfasis en que la mitad de la jornada laboral se realiza a la intemperie, expuesto a olores fuerte e insectos.

ESFUERZO FISICO: La mitad de la jornada laboral se lleva a cabo en recinto cerrado (instalaciones de la empresa de aseo), y el resto supervisando las labores de barrido, limpieza y rutas de recolección, por lo cual la mitad de la jornada laboral del cargo exige estar de pie.

ESFUERZO MENTAL: Se requiere un alto grado de concentración.

NOMBRE DEL CARGO: Secretario General de servicios públicos.

ÁREA: Secretaría de servicios públicos.

JEFE INMEDIATO: Alcalde municipal.

OBJETIVOS DEL CARGO: Planear, organizar, supervisar, evaluar, controlar y ajustar todas las actividades de la empresa, necesarias para la prestación de todos los servicios tanto administrativos como técnicos requeridos para el normal funcionamiento del organismo; con el fin de garantizar la eficiencia en la realización de cada una de dichas actividades.

FUNCIONES:

- **Someter a consideración de la junta directiva, los planes y programas del organismo, por medio de la presentación y sustentación organizada de estos, para su posterior aprobación y ejecución.**
- **Ordenar la elaboración de proyectos, de acuerdo con los requisitos exigidos por la Alcaldía Municipal, para que puedan ser aprobados por esta.**
- **Representar legalmente a la empresa de aseo, ante personas naturales y jurídicas.**

- **Ordenar y efectuar los gastos necesarios, mediante la aprobación de desembolsos de las órdenes de requerimiento para ejecutar el presupuesto tal como fue diseñado.**
- **Presentar y recomendar ante la Alcaldía Municipal, los proyectos de presupuesto, de funcionamiento, y de inversión, referentes a adquisiciones, prestaciones de servicio, construcciones, reparaciones y demás afines para su estudio, aprobación y orden de ejecución. Además de mantenerlo informado sobre el funcionamiento del organismo, sus obras y demás actividades mediante la presentación de informes periódicos, para contar con su respaldo.**
- **Velar por la utilización de los fondos, por la conservación y custodia de los bienes del organismo, por medio de controles internos, para que su destino final sea el acordado.**
- **Nombrar y remover a los funcionarios de la entidad, con excepción de aquellos cuya designación corresponda a otra dependencia u organismo, según las leyes, reglamentos o estatutos, mediante resoluciones para asegurar el desempeño eficiente del organismo.**
- **Prever la consecución oportuna de los recursos necesarios, para garantizar el adecuado funcionamiento del organismo.**

- **Dirigir, controlar y vigilar el personal del organismo, verificando sus índices de desempeño, para velar por el cumplimiento de sus funciones.**
- **Definir los objetivos, políticas y metas del organismo, determinar el alcance de los mismos, a través de la planeación y ejecución de estrategias, garantizando los medios para la conservación de tales objetivos.**
- **Presentar los balances de su gestión ante la junta directiva, por medio de informes mensuales, para demostrar la efectividad de su desempeño.**
- **Crear y mantener un clima organizacional óptimo dentro del organismo, con el propósito de que el personal se sienta motivado al momento de realizar sus labores.**
- **Establecer cursos de capacitación, con el fin de mejorar la eficiencia de los empleados, y así mismo la productividad del organismo.**
- **Integrar a todas las secciones que conforman el organismo para que trabajen mancomunadamente, y así alcanzar de una forma más eficiente los objetivos propuestos por la misma.**

- **Las demás funciones que le señalen los estatutos y las que sin estar expresamente asignadas a otra unidad o funcionario correspondan al giro ordinario de las operaciones del organismo ejecutor.**

REQUISITOS:

EDUCACIÓN: Título universitario en Economía, Ingeniería civil, Ingeniería industrial, Ingeniería Sanitaria ó Administración de Empresas, con conocimientos especiales de sistemas.

EXPERIENCIA: En lo posible este cargo debe ser desempeñado por una persona que tenga experiencia mínima de dos años en cargos de dirección.

INICIATIVA: El cargo requiere de una cuidadosa planeación al momento de realizar las funciones que este implica.

RESPONSABILIDAD:

RESPONSABILIDAD POR RECURSOS FÍSICOS Y/O FINANCIEROS:

Responde por el uso, mantenimiento y salvaguarda de recursos físicos vitales para la operación de fondos e inversiones de la empresa en mayor

cuantía con base en registros y controles financieros adecuadamente interpretados.

RESPONSABILIDAD POR SUPERVISIÓN: Dirección de varias unidades de trabajo donde los subordinados directos llevan a cabo funciones profesionales, demandando gran esfuerzo y capacidad para integrarlos. Dirigirlos y desarrollarlos.

RESPONSABILIDAD POR TOMA DE DECISIONES: Toma de decisiones que afectan de alguna forma la administración de la empresa y en donde es difícil anticiparse a las consecuencias de las decisiones tomadas.

CONDICIONES DE TRABAJO: No se presentan situaciones de peligro que ocasionen riesgos personales.

CONDICIONES AMBIENTALES: Satisfactoriamente, ya que el cargo no requiere la exposición a altas o bajas temperaturas, humedad y polvo en su desempeño.

ESFUERZO FÍSICO: El cargo no requiere la adopción de posturas incómodas ni el levantamiento de objetos pesados. En general no requiere de grandes esfuerzos.

ESFUERZO MENTAL: Se requiere de un alto grado de concentración para el desempeño de sus actividades.

NOMBRE DEL CARGO: Asistente de servicios públicos.

ÁREA: Secretaría de servicios públicos.

JEFE INMEDIATO: Secretario general de servicios públicos.

OBJETIVOS DEL CARGO: Planear, dirigir, coordinar, ejecutar y evaluar las operaciones técnico-operativas del sistema de aseo.

FUNCIONES:

- **Colaborar directamente con el secretario de servicios públicos, en la realización de las actividades, con el fin de brindarle su asistencia oportuna en caso que así requiera. Además de suplantarlo cuando sea necesario, asumiendo las funciones inherentes al cargo, para asegurar la continuidad del desarrollo de las actividades de la organización.**
- **Coordinar la ejecución y control de las operaciones y mantenimiento del sistema de aseo, mediante la verificación de su cumplimiento, para asegurar la buena prestación del servicio.**

- **Asesorar a los constructores de las obras que se realicen en el sistema de aseo, suministrando apoyo por medio de su experiencia; y cuando sea necesario someter la solución de los problemas a consideración del secretario.**
- **Responder por la adecuada presentación y mantenimiento de la oficina, para mantener todos los documentos organizados y ordenados, de modo que puedan ser presentados a tiempo en el momento que se requieran.**
- **Brindar apoyo técnico y administrativo al Secretario de Servicios, para incrementar la eficiencia en el proceso de toma de decisiones.**
- **Atender las llamadas telefónicas que se reciban en las instalaciones.**
- **Alegar la información y documentación necesaria, para la atención de los asuntos que requieran la toma de decisiones e intervención personal del secretario de servicios públicos.**
- **Servir de intermediario entre el secretario de servicios públicos y los demás empleados del organismo.**
- **Escribir, enviar y recibir la correspondencia del Secretario.**

- **Las demás funciones asignadas por su jefe inmediato y que tengan relación con su trabajo.**

REQUISITOS:

EDUCACIÓN: Diploma de secretariado ejecutivo y de sistemas.

Conocimientos especiales en computación.

EXPERIENCIA: Un año en cargos similares.

INICIATIVA: El cargo requiere una cuidadosa planeación al momento de realizar las funciones que este implica.

RESPONSABILIDAD:

RESPONSABILIDAD POR SUPERVISIÓN: Dirección y control técnico-operativo de la sección de aseo.

RESPONSABILIDAD POR TOMA DE DECISIONES: Toma de decisiones que afecten de alguna forma la administración de la empresa y en donde es difícil anticiparse a las consecuencias de las decisiones tomadas.

CONDICIONES DE TRABAJO: No se presentan situaciones de peligro que fueren riesgos personales.

CONDICIONES AMBIENTALES: Satisfactorias, ya que el cargo no requiere la exposición a altas temperaturas, humedad y polvo en su desempeño.

ESFUERZO FÍSICO: El cargo no requiere la adopción de posturas incómodas ni el levantamiento de objetos pesados.

ESFUERZO MENTAL: Se requiere de un alto grado de concentración.

NOMBRE DEL CARGO: Asistente de administración y finanzas.

ÁREA: División de administración y finanzas.

JEFE INMEDIATO: Secretario general de servicios públicos.

OBJETIVOS DEL CARGO: Planear, dirigir y coordinar las actividades afines con la gestión, manejo y administración de los recursos financieros de la empresa.

FUNCIONES:

- **Es responsable del presupuesto, contabilidad y control fiscal.**
- **Esta a su cargo elaborar los estados financieros, procedimientos y formas teniendo en cuenta las normas de contabilidad y finanzas en la empresa, para reportar la situación económica ante la junta directiva.**

- **Elaborar el presupuesto general y distribuir los recursos económicos de la empresa, estudiando los proyectos y necesidades que tenga cada unidad.**
- **Recaudación y análisis financiero.**
- **Recibir, atender, tramitar y resolver todo tipo de quejas y reclamos que presenten los usuarios, con el fin de optimizar la calidad del servicio.**
- **Autorizar el ingreso y salida de fondos, mediante su aprobación y entrega, para asegurar el correcto movimiento de las cuentas de la empresa.**
- **Efectuar los tramites para realizar la comercialización de los materiales reciclables, obteniendo los mejores beneficios.**
- **Brindar apoyo administrativo al Secretario de Servicios, para incrementar la eficiencia en el proceso de toma de decisiones.**
- **Coordinar las labores de facturación y recaudo de los servicios públicos.**

- **Atender las actividades de cobro y recuperación de cartera de la empresa.**
- **Las demás funciones que le sean asignadas por su jefe inmediato y que guarden relación con la naturaleza del cargo.**

REQUISITOS:

EDUCACIÓN: Estudios superiores en Contaduría, Economía, Ingeniería Industrial ó Administración de Empresas, conocimientos en computación.

EXPERIENCIA: Mínima de dos años en cargos similares.

INICIATIVA: El cargo requiere de iniciativa al momento de realizar los análisis financieros como elemento fundamental en la toma de decisiones administrativas y financieras y en la formulación de propuestas que permitan la consecución de créditos ante entidades bancarias.

RESPONSABILIDAD:

RESPONSABILIDAD POR SUPERVISIÓN: Dirección y control de actividades relacionadas con las áreas de almacén, recaudos y compras.

RESPONSABILIDAD POR TOMA DE DECISIONES: Toma de decisiones que afectan de alguna forma la administración de la empresa y en donde pueda anticiparse a las consecuencias de las decisiones tomadas.

CONDICIONES DE TRABAJO: No se presentan situaciones de peligro que ocasionen riesgos personales.

CONDICIONES AMBIENTALES: Satisfactorias, ya que el cargo no requiere la exposición a altas o bajas temperaturas, humedad y/o polvo en su desempeño.

ESFUERZO FÍSICO: El cargo no requiere la adopción de posturas incómodas y el levantamiento de objetos pesados.

ESFUERZO MENTAL: Se requiere un alto grado de concentración para desempeñar las labores a su cargo.

NOMBRE DEL CARGO: Cajero.

ÁREA: División de administración y finanzas.

JEFE INMEDIATO: Asistente de administración y finanzas.

OBJETIVOS DEL CARGO: Recibir y controlar los fondos que ingresan a la empresa por la prestación del servicio.

FUNCIONES:

- **Contar y clasificar el dinero en efectivo ó cheques recibidos durante la jornada, con el fin de controlar todos los ingresos y egresos por la prestación del servicio.**
- **Registrar los ingresos recibidos a través de los libros auxiliares de contabilidad, para llevar el control sobre caja y banco.**
- **Elaborar y ordenar la facturación de la empresa mediante registro y clasificación de los datos, para su fácil verificación.**
- **Entregar las bolsas para el almacenamiento de los desechos sólidos en el momento que los usuarios cancelen su factura de cobro.**
- **Las demás funciones asignadas por su jefe inmediato de acuerdo a la naturaleza de su cargo.**

REQUISITOS:

EDUCACIÓN: Curso de contabilidad de 50 horas y conocimientos en **Sistemas.**

EXPERIENCIA: **Mínima de un año en cargos similares.**

INICIATIVA: **El cargo no exige iniciativa.**

RESPONSABILIDAD:

RESPONSABILIDAD POR EL MANEJO DE RECURSOS FINANCIEROS: **El cargo exige responsabilidad por la precisión en la ejecución de las tareas, por la custodia del dinero recaudado, y de las pérdidas financieras provenientes de los errores de cálculo.**

CONDICIONES DE TRABAJO: **No se presentan situaciones de peligro que ocasionen riesgos personales.**

CONDICIONES AMBIENTALES: **Satisfactorias puesto que el cargo no requiere de la exposición a altas o bajas temperaturas, humedad y/o polvo en su desempeño.**

ESFUERZO FÍSICO: **El cargo no requiere la adopción de posturas incómodas y el levantamiento de objetos pesados.**

ESFUERZO MENTAL: Se requiere un alto grado de concentración en el desempeño de las labores.

7.1.2.1 Requerimiento de mano de obra. Según la demanda y las restricciones económicas que el municipio debe afrontar, así será la contratación de la mano de obra que se requiera.

Cargos:

- **Secretario general de servicios públicos.**

- **Asistente de servicios públicos.**

- **Asistente de administración y finanzas.**

- **Cajero.**

- **Supervisor de rutas, operaciones de aseo y recolección.**

- **Supervisor de almacén y suministro.**

- **Mensajero.**

- **Auxiliar de servicios generales.**

- **Conductor-Mecánico.**
- **Auxiliar de recolección.**
- **Supervisor del relleno sanitario.**
- **Operarios del relleno sanitario.**
- **Clasificador.**
- **Operario de aseo en vías y áreas públicas (Escobitas).**
- **Vigilante.**

7.2 HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

Los trabajadores en el ejercicio de su labor están expuestos a una serie de factores de riesgo que desencadenan en accidentes de trabajo y en enfermedades profesionales, provocando el deterioro de la salud y la inconformidad de los mismos, disminuyendo su eficiencia y productividad; por ello, cada empresa debe contar con un programa de higiene y seguridad

industrial en el que se reconozcan, evalúen y controlen estos factores y condiciones ambientales que deterioran el bienestar físico, mental y social de los trabajadores.

Para el desarrollo de programas de higiene y seguridad industrial, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Factores de riesgo:** Es toda aquella condición de actos peligrosos o la existencia de condiciones peligrosas, que si no son controladas oportunamente pueden causar un accidente de trabajo.
- **Accidente de trabajo:** Se define como todo suceso imprevisto y repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo y que produzca una lesión orgánica o perturbación funcional.
- **Condición ambiental peligrosa:** Es la condición o estado que puede causar un accidente y que pudo haberse corregido anteriormente. Por ejemplo, maquinaria y/o equipo sin los resguardos necesarios, procedimientos peligrosos por mala ubicación de equipos o maquinarias.
- **Actos inseguros:** Son aquellos que se presentan al alterar un procedimiento comúnmente considerado como seguro; como usar

máquinas o herramientas defectuosas, suprimir dispositivos de seguridad, entre otros.

7.2.1 Clasificación de los factores de riesgo en el ambiente laboral. **Este aspecto cubija la identificación de los factores de riesgos presentes en los diferentes puestos de trabajo y las consecuencias que conllevan a cada uno de ellos.**

Los factores de riesgos involucrados en el proceso de manejo de basuras son los siguientes:

7.2.1.1 Factores de riesgo biológicos. **Hace referencia al grupo de microorganismos (hongos, virus, bacterias, parásitos) que están presentes en el ambiente laboral y que al ingresar al organismo generan enfermedades infectocontagiosas, reacciones alérgicas o intoxicantes (ver cuadro 40).**

Cuadro 40. Factores de riesgo biológicos y métodos de control

RIESGO	AGENTE	MÉTODOS DE CONTROL
Biológicos	Microorganismo s patógenos	1. Control en la fuente: Aseo de las herramientas utilizadas en

	(virus, bacterias, hongos, etc.)	los procesos de: <ul style="list-style-type: none"> • Recolección. • Barrido. • Disposición final. <p>2. Control en el medio:</p> <p>Aislamiento de procesos y operaciones.</p> <p>3. En el trabajador:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vacunación. • Equipo de protección personal (uniformes, guantes, calzado resistente, tapabocas, casco, etc.)
--	----------------------------------	---

Fuente. Manual - Guía Salud Ocupacional.

La principal vía de ingreso de estos microorganismos es la respiratoria, aunque también se presenta por vía cutánea o ingestión .

Dentro de las consecuencias propias de la manipulación de ellos se obtienen las enfermedades en la piel e irritaciones en los ojos, en la figura 49 se muestra el grado de riesgo biológico en cada una de las operaciones implicadas en el servicio de aseo.

7.2.1.2 Factores de riesgos mecánicos. **Se refieren a todos aquellos objetos, máquinas, equipos, herramientas e instalaciones que por atrapamiento o golpes pueden ocasionar o provocar lesiones (amputaciones, heridas) y/o daños materiales. (Ver cuadro 41).**

Cuadro 41. Factores de riesgo mecánicos y métodos de control

RIESGO	AGENTE	MÉTODOS DE CONTROL
Mecánicos	Generación de fuerza, partes en movimiento, punto de operación, otros.	<ul style="list-style-type: none"> • Resguardos en partes móviles, vallas, topes, dispositivos de seguridad adecuados, etc. • Diseño de manual de procedimientos. • Capacitación en el uso de elementos de seguridad y en el uso de maquinarias y equipos.

Fuente. Manual - Guía Salud Ocupacional.

Los niveles de riesgo mecánicos en las diferentes actividades de aseo se muestran en la figura 50.

7.2.1.3 Factores de riesgos físicos - Químicos. **Son todos aquellos objetos, elementos, sustancias, fuentes de calor o sistemas eléctricos que en ciertas circunstancias de inflamabilidad, combustibilidad o defectos pueden**

desencadenar incendios o explosiones que tienen como consecuencias lesiones personales y daños materiales. (Cuadro 42).

Cuadro 42. Factores de riesgo físico - químicos y métodos de control

RIESGO	AGENTE	MÉTODOS DE CONTROL
Físicos - Químicos	Elementos combustibles (papel, tela, madera), gaseoso (gases (CH ₄)).	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de chimeneas en el relleno sanitario, para la evacuación de gases (CH₄). • Evitar la manipulación de elementos que generan calor.

Fuente. Las autoras.

Los niveles de riesgo físicos - químicos en las diferentes actividades de aseo se muestran en la figura 51.

7.2.1.4 Factores de riesgo eléctricos. Se refiere a los sistemas eléctricos de las máquinas, equipos o instalaciones locativas que conducen o generan energía dinámica o estática y que al entrar en contacto con las personas pueden provocar, entre otras lesiones, quemaduras, shock, fibrilación ventricular, según la intensidad y el tiempo de contacto. (ver cuadro 43)

Cuadro 43. Factores de riesgo eléctricos y métodos de control

RIESGO	AGENTE	MÉTODOS DE CONTROL
Eléctricos	Cables	Cables intubados o encauchetados,

	descubiertos, líneas recargadas, falta de fusibles o puesta a tierra.	calibre de alambrado acorde al fluido conducido, fusibles o interruptores automáticos, puesta a tierra en máquinas y equipos que generen energía estática.
--	--	--

Fuente. Manual - Guía Salud Ocupacional.

Los niveles de riesgo eléctricos en las diferentes actividades de aseo se muestran en la figura 52.

7.2.1.5 Factores de riesgo ergonómicos. **Involucra todos aquellos objetos, puestos de trabajo, máquinas, equipos, herramientas; cuyo peso, tamaño, forma y diseño pueden provocar sobreesfuerzo, así como posturas y movimientos inadecuados, que traen como consecuencia cansancio, fatiga, lumbalgias, lesiones osteomusculares y ligamentosas (Ver cuadro 44).**

Cuadro 44. Factores de riesgo ergonómicos y métodos de control

RIESGO	AGENTE	MÉTODOS DE CONTROL
Ergonómicos	Posiciones forzadas, sobreesfuerzos, trabajos repetitivos, ruido, muebles o controles de operación incómodos.	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño ergonómicos de sillas, mesas de trabajo, comandos de máquinas. • Ambientes confortables. • Utilización de fajas de seguridad.

Fuente. Las autoras.

Los niveles de riesgo ergonómicos en las diferentes actividades de aseo se muestran en la figura 53.

7.2.1.6 Factores de riesgo psicosociales. **Comprende los aspectos organizacionales inherentes al tipo de proceso y a las modalidades de la gestión administrativa que puedan provocar carga psíquica, generando insomnio y/o somnolencia en los cambios de turno, riesgo de accidentes o error, angustia, tensión emocional, insatisfacción, desinterés, apatía, agresividad, conflictos, debido a la inestabilidad laboral, procesos peligrosos, monotonía en el trabajo por labores rutinarias, relaciones interpersonales difíciles, exceso de responsabilidad. (Ver cuadro 45).**

Cuadro 45. Factores de riesgo psicosociales y métodos de control

RIESGO	AGENTE	MÉTODOS DE CONTROL
Psicosociales	Presencia de otros riesgos, trabajo repetitivo, exceso de responsabilidad, subutilización de capacidades, monotonía, ritmos muy acelerados, trabajo nocturno, horas extras permanentes.	Ambiente de seguridad general, distribución adecuada de las operaciones, actividades variadas, programas de desarrollo del recurso humano, estudio racional de tiempos u movimientos, alternar turnos nocturnos, procurar no exceder la jornada laboral.

Fuente. Manual - Guía Salud Ocupacional.

Los niveles de riesgo psicosociales en las diferentes actividades de aseo se muestran en la figura 54.

7.2.1.7 Factores de riesgo locativos. Comprende aquellos aspectos propios de las instalaciones que por las características de construcción y mantenimiento pueden generar caídas, golpes, atrapamientos, entre otros; y traer como consecuencia lesiones y daños materiales. (Ver cuadro 46).

Cuadro 46. Factores de riesgo locativos y métodos de control.

RIESGO	AGENTE	MÉTODOS DE CONTROL
Locativos	Golpes, contusiones, heridas.	<ul style="list-style-type: none">• Correcta ubicación de equipos y herramientas.• Disponibilidad de suficiente espacio para un manejo normal de operaciones.• Correcta distribución de planta.• Mantenimiento de pisos.

Fuente. Las autoras

En la figura 55 se muestran los diferentes niveles de riesgo locativos de las diferentes actividades del proceso de aseo.

7.2.2 Medidas de prevención de accidentes de trabajo. **Debido a que los accidentes de trabajo son sucesos inesperados e indeseables, resultados de falla, existe la posibilidad de prevenir su ocurrencia; para ello se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:**

7.2.2.1 Riesgo de incendio y explosión. **El incendio o combustión es descrito como la oxidación rápida con evolución de calor y luz. La explosión es el**

efecto de una súbita y violenta producción de gases en expansión, pudiendo ir acompañada de ondas expansivas.

Las causas que originan un incendio son variadas y están estrechamente ligadas a la actividad realizada o los materiales manipulados, así como también pueden ser originados en forma espontánea. Dentro de las causas propias que originan un incendio en las instalaciones donde funcione un relleno sanitario encontramos:

- **Origen biológico: Son ocasionados por fermentación de bacterias, sustancias vegetales, descomposición de desechos industriales, aguas negras y emanación de gases y vapores.**
- **Origen eléctrico: Son causados por electricidad dinámica o estática. La dinámica en el mayor porcentaje de los casos, se produce por cortocircuitos eléctricos. La estática se produce por el roce o fricción de un elemento sólido con un líquido, por el desplazamiento veloz de un elemento sólido, por la ionización del aire y por el contacto de elementos malos conductores de electricidad.**

7.2.2.1.1 Clases de incendios. Los incendios se clasifican a partir de los materiales que los originaron, en el cuadro 47 se especifica las diferentes clases de incendios.

Cuadro 47. Clases de incendios.

CLASE DE INCENDIO	DESCRIPCIÓN
A	A este grupo pertenecen todos los incendios producidos por materiales como madera, papel, textiles, aserrín, etc.
B	Pertenecen a esta clase los incendios producidos por líquidos inflamables como gasolina, thinner, grasas, aceites, pinturas, disolventes, entre otros.
C	Corresponden a este grupo los incendios producidos por equipos eléctricos energizados como motores, generadores, transformadores, etc.
D	Son producidos por metales combustibles como magnesio, sodio, titanio, aluminio, zinc, etc.

Fuente. Manual - Guía Salud Ocupacional.

7.2.2.1.2 Extinción de incendios. **Los incendios pueden ser controlados en el momento de su generación, en muchos casos se puede controlar la situación ya comenzada la generación (ver cuadro 48).**

Cuadro 48. Métodos de extinción de incendios.

TIPO DE EXTINCIÓN	DESCRIPCIÓN	ELEMENTOS DE EXTINCIÓN
Enfriamiento	Cuando la superficie del material que esté ardiendo se enfríe hasta el cese de desprendimiento de vapores.	<ul style="list-style-type: none"> • Agua. • Bióxido de carbono.
Sofocación	Cortando la entrada de oxígeno al cubrir o aislar el combustible, su mejor resultado se obtiene en incendios producidos por gasolina o líquidos inflamables.	Bióxido de carbono, Halonn o polvo químico seco.
Eliminación de combustible	Utilizado en incendios de combustible almacenado en tanques de los cuales puede ser bombeado a	—

	otros lugares alejados del fuego.	
Interrupción de la reacción en cadena	La reacción en cadena se detiene con la eliminación de los radicales libres.	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrocarburos halogenados. • Polvos químicos..

Fuente. Las autoras.

En caso de generarse un incendio en las instalaciones donde funcione el relleno sanitario se debe seguir las siguientes recomendaciones:

- De presentarse combustión, el área en llamas debe ser cubierta con tierra, hasta la total extinción del fuego.
- En caso de presentarse un incendio en la celda en que se esté trabajando, se debe suspender la operación, para proceder a la extinción del fuego, separando los residuos en combustión del resto del relleno, y utilizando el material de cobertura para su extinción.

Es importante tomar las siguientes medidas preventivas en las instalaciones del relleno sanitario.

- Se debe impedir el acceso a las instalaciones del relleno sanitario de elementos que sean fuente de riesgo de incendio, tales como: Cigarrillos, fósforos y encendedores.

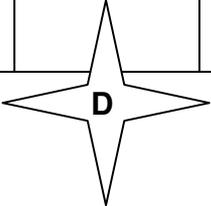
- **Los vehículos que ingresen al relleno deberán estar provistos de extintor de incendios.**
- **En las instalaciones del relleno sanitario debe ubicarse extintores clase A, B y C, en áreas demarcadas indicando el tipo de incendio a controlar.**

7.2.2.1.3 Equipos contra incendios. **Para el control de incendios, se deben disponer en las instalaciones del relleno sanitario de equipos extintores, los cuales puede ser:**

- **Fijos: Entre éstos se encuentran los rociadores automáticos, los hidrantes y las estaciones de mangueras, las cuales utilizan como agente extintor el agua o tuberías con químico seco o agentes halogenados.**
- **Portátiles: Son equipos manuales de extinción empleados para combatir incendios menores, hasta el momento en que comiencen a funcionar los equipos fijos y/o bomberos.**

7.2.2.1.3.1 Clasificación de los extintores. **Los extintores se clasifican de acuerdo a la clase de incendio a controlar. (Ver cuadro 49).**

Cuadro 49. Tipos de Extintores.

CLASE DE INCENDIO	SÍMBOLO	COLOR	MATERIAL EN EL QUE SE USA	TIPO DE EXTINCIÓN
A		Verde	Sólidos: Carbón, madera, textiles, papel, etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Enfriamiento. • Agentes químicos
B		Rojo	Líquidos derivados del petróleo (hidrocarburos) inflamables.	<ul style="list-style-type: none"> • Dilución del oxígeno. • Sofocación. • Agentes químicos con poder refrigerante.
C		Azul	Equipos e instalaciones eléctricas (energizados).	<ul style="list-style-type: none"> • Enfriamiento. • Aislamiento del oxígeno por agentes químicos.
D		Amarillo	Metales combustibles.	<ul style="list-style-type: none"> • Dilución de oxígeno.

				<ul style="list-style-type: none"> • Sofocamiento de acuerdo a cada metal.
--	--	--	--	---

Fuente. Manual - Guía Salud Ocupacional.

7.2.2.1.4 Ubicación de los extintores. **Los extintores deben situarse lo más cerca posible a los riesgos, sin que queden situados en su área, esto es, que en caso de incendio no haya que entrar al lugar donde se encuentre el fuego para tomar el extintor. Además deben colocarse en sitios visibles y mantener su acceso libre de obstáculos e instalados a una altura aproximada de 1,10 metros de la base del piso.**

7.2.2.2 Demarcación y señalización. **Es necesario destacar por medios visuales como mapas o croquis las instalaciones del lugar donde funcione el relleno sanitario, destacando la localización en la que se encuentre el trabajador en el momento, así como vías de evacuación, zonas restringidas, advertencias de riesgos por productos químicos, tóxicos, inflamables, explosivos, e instrucciones sobre el uso de equipos contra incendios, en caso de una situación de peligro.**

La señalización en las instalaciones del relleno sanitario debe obedecer a dos categorías: preventiva e informativa; la cual será expuesta a los trabajadores por medio de afiches y carteles, ubicados en sitios visibles, de tal manera que el personal las pueda observar e identificar fácilmente.

7.2.2.2.1 Señales preventivas.

- **No fumar.**
- **Velocidad máxima permitida: 20 Km./hora.**
- **Utilice equipo de protección personal (casco, guantes y botas de protección).**
- **Solo personal autorizado.**

7.2.2.2.2 Señales Informativas

- **Instalaciones del relleno sanitario.**
- **Extintor de incendios.**
- **Botiquín de primeros auxilios.**
- **Zona de descargue.**
- **Parqueadero.**

- **Caseta de vigilancia.**

7.2.2.3 **Mantenimiento de equipos. Se debe hacer mantenimiento preventivo de los instrumentos de trabajo con el fin de evitar daños o desperfectos en sus partes, evitando la paralización de las actividades; para el caso del proceso de recolección el conductor del vehículo antes de comenzar labores deberá comprobar como mínimo el estado de dirección del vehículo, estado de los frenos, de las luces y los mecanismos de transferencia y compactación (ver anexo H).**

En caso de ocurrencia de un daño en los equipos se aplicará el respectivo mantenimiento correctivo, facilitando las operaciones y el buen estado de los mismos.

7.2.2.4 **Uso de elementos de protección personal. Todos los trabajadores deben ser provistos periódicamente de elementos y ropas de protección personal, estableciendo una barrera efectiva, evitando el accidente o contacto con los elementos agresivos.**

De acuerdo con la parte del cuerpo que pueda ser afectada en las diferentes labores de aseo, se emplearan diversos medios de protección personal (ver cuadro 50).

Cuadro 50. Elementos de protección personal

ZONA CORPORAL	ELEMENTO DE PROTECCIÓN	DESCRIPCIÓN
Cráneo	Casco (ver figura 56)	Resistentes a los golpes, de material incombustible o de combustión lenta, no necesariamente dieléctricos.
Manos	Guantes (ver figura 57)	Material de cuero, con refuerzo palmar, guantes de caucho con recubrimiento interior de algodón con refuerzo palmar externo y superficie rugosa para conseguir buen agarre.
Pies	Calzado de seguridad	Zapatos de seguridad con puntera de acero y suela autodeslizante para proteger los pies de los trabajadores con caídas de objetos pesados o contra apisonamiento de los dedos de los pies bajo grandes pesos.
Tronco	Uniformes	<ul style="list-style-type: none">• Elaborados en tejido resistente y doble costura.• En colores muy visibles (amarillo, naranja,

		<p>verde).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Talla justa sin que apriete demasiado. • Bota angosta, lisa (sin doblez). • Sin partes sueltas (sobran las presillas). • Parches de cuero en las hombreras y en las caderas. • Capotes impermeables para tiempo lluvioso.
Aparato respiratorio	Respiradores (ver figura 58).	<p>Máscara respiratoria para la eliminación satisfactoria de los gases, vapores, que afectan a la salud.</p> <p>Pañuelos y bayetillas no son los sustitutos de los respiradores.</p>
Ojos	Gafas (ver figura 59)	<p>Anteojos protectores de pantalla adecuados contra toda clase de protectores de partículas, o sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, que puedan causar daños al trabajador.</p>

Fuente. Las autoras.

La fabricación, calidad, resistencia y duración del equipo de protección suministrado a los trabajadores deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- **Ofrecer adecuada protección contra el riesgo particular para el cual fue diseñado.**
- **Ser adecuadamente confortable cuando lo usa el trabajador.**
- **Adaptarse cómodamente sin interferir en los movimientos naturales del usuario.**

- **Ofrecer garantía de durabilidad.**
- **Poderse desinfectar y limpiar fácilmente.**
- **Tener grabada la marca de fábrica para identificar al fabricante.**

7.2.2.5 Programa de aseo y limpieza. Debido a los diferentes niveles de riesgo biológicos en las diferentes actividades del programa de aseo, es indispensable la realización de las siguientes labores de aseo y limpieza:

- **Lavado del vehículo recolector diariamente.**
- **Lavado y desinfección de las instalaciones del relleno sanitario mensualmente.**
- **Limpieza diaria de los implementos de trabajo (picas, palas, bicicletas, rastrillos, etc.)**
- **Limpieza de oficinas diariamente.**
- **Mantenimiento de instalaciones sanitarias.**

7.2.2.6 Capacitación. Es el primer requisito para disminuir los riesgos generados por la maquinaria y el equipo con que se trabaja, con el objetivo de crear una mentalidad receptiva hacia la prevención de los diferentes riesgos del trabajo, mediante ésta se dan a conocer las normas de higiene y seguridad industrial existentes en la empresa, además se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **La enseñanza debe ser metódica y gradual.**
- **El personal será más receptivo cuando ha comprendido perfectamente las razones por las cuales una tarea deberá realizarse en determinada forma,**
- **Debe haber una completa concordancia entre los aspectos teóricos y los prácticos. Además de enunciar claramente las etapas del procedimiento seguro, se demostrará como hacerlo, para de esta forma desarrollar hábitos seguros.**
- **Para que no se pierdan los esfuerzos dedicados a la capacitación, se sugiere una supervisión continuada.**
- **Tiene que existir interés por parte del trabajador, debido a que no es posible aprender cuando faltan motivos para hacerlo.**

7.2.3 Medicina preventiva y del trabajo. Con el fin de prevenir y diagnosticar enfermedades profesionales que puede adquirir el trabajador en el desarrollo de sus actividades, se deben entablar programas de medicina preventiva que mantengan la vigilancia y promoción de la salud del trabajador, ofreciéndole de esta manera buenas condiciones de trabajo par el mantenimiento de su estado físico y mental. El programa incluye las siguientes actividades:

- Actividades de prevención de enfermedades profesionales y educación en salud, conjuntamente con los subprogramas de higiene y seguridad industrial.**
- Realizar exámenes médicos, clínicos y paraclínicos para selección, admisión de personal, ubicación según aptitudes, cambios de ocupación, reingreso al trabajo y otras relacionadas con los riesgos para la salud de los operarios.**
- Mantener un servicio oportuno de primeros auxilios.**
- Determinar espacios adecuados para el descanso y la realización, como medios para la recuperación física y mental de los trabajadores.**

- **Campañas de medicina preventiva. Realización de actividades medicolaborales, tanto en forma individual como colectiva.**

El listado de enfermedades a vigilar en los trabajadores que hacen parte del servicio de aseo, limpieza y disposición final de residuos sólidos en una comunidad es el siguiente:

- **Hepatitis vírica B.**
- **Sarampión.**
- **Enfermedad Meningocócica.**
- **Influenza.**
- **Tuberculosis.**
- **Tétanos.**
- **VIH/Sida.**
- **Erupción Serpiginosa.**
- **Ascariasis.**

- **Dermatofitosis.**

7.2.3.1 Primeros auxilios. Por las características del proceso del manejo de los residuos sólidos, se hace necesario que todo el personal reciba un entrenamiento en la aplicación de los primeros auxilios para los lesionados, sobre todo para los recolectores, que no tienen un sitio permanente para laborar, para los cuales las emergencias se presentan en cualquier sitio, distantes de centros de salud, y si la ayuda que se presta no es la adecuada, podrá causarse un serio perjuicio a la víctima, no puede pretenderse aplicar convenientemente la respiración artificial, un torniquete o trasladar a un fracturado, si no se ha recibido entrenamiento.

Es por esto que en las instalaciones del relleno sanitario se tenga botiquines de primeros auxilios y en los camiones de recolección, el servicio médico será el responsable de organizar el entrenamiento especializado.

7.3 REGLAMENTACIÓN JURÍDICA

Decreto 0605. De marzo de 1996, promueve el desarrollo de programas de manejo de desechos a fin de reducir los riesgos de salud y minimizar el impacto ambiental negativo.

Decreto 2104. de 1993, reglamenta el uso y disposición de las basuras de modo que el manejo de las mismas no altere la salubridad de los pueblos y comunidades, esta propuesta se inscribe dentro del artículo 72 literales del a al h.

Ley 99 de 1993.

Decreto 1753. de 1994 por medio del cual se reglamenta la ley 99 de 1993 en la que respecta al otorgamiento de la licencia ambiental, autorización que otorga la autoridad ambiental competente, mediante acto administrativo, a una persona, para la ejecución de un proyecto, obra o actividad que conforme a la ley y a los reglamentos, puede producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje y en las que se establece los requisitos, obligaciones y condiciones que el beneficiario de la licencia ambiental debe cumplir para prevenir, mitigar, corregir, compensar y manejar los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada.

Artículo 365. de la constitución nacional, el cual establece que los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del estado y es deber del estado asegurar la prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional.

Los servicios públicos estarán sometidos al régimen jurídico que fije la ley podrán ser prestados por el estado directa e indirectamente por comunidades organizadas o por particulares siendo responsabilidad del estado la regulación control y vigilancia de dichos servicios.

Artículo 367. Establece que los servicios públicos domiciliarios se prestarán directamente por cada municipio cuando las características técnicas y económicas del servicio y las conveniencias generales lo permitan y aconsejen, y los departamentos cumplirán funciones de apoyo y coordinación. La ley determinara las entidades competentes para fijar las tarifas.

Ley 142. de 1994, se establece los servicios de aseo y alcantarillado como de saneamiento básico y que es competencia de los municipios en relación con los servicios públicos, asegurar la participación de los usuarios en la gestión y fiscalización de las entidades que los prestan.

Decreto 1355. de 1970 (código nacional de policía), concede a las autoridades ambientales la adopción de medidas y utilización de medios de policía apropiados, para el cumplimiento de la ley 99 de 1993, Ante la comisión de infracciones en las actividades del manejo integral de residuos sólidos la autoridad ambiental competente impondrá las siguientes sanciones: multas diarias hasta por (50) salarios mínimos mensuales por la

comisión de infracción leves y primera vez, siempre que la infracción no produzca efectos dañinos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y salud humana; multas diarias entre (50) y ciento cincuenta (150) salarios mínimos legales por la comisión de infracciones graves que causen daños en el medio ambiente, los recursos naturales renovables o efectos perjudiciales, aunque transitorios, en la salud humana; multas diarias entre ciento cincuenta (150) y doscientos veinte (220) salarios mínimos mensuales, por comisión de infracciones graves que causen daños irreparables en el medio ambiente, recursos naturales renovables y salud humana. Otras sanciones son la suspensión de las obras o actividades, o el cierre definitivo del establecimiento o edificación o clausura definitiva de la actividad, obra o prestación del servicio respectivo por consiguiente la revocatoria de la licencia ambiental, permisos, concesiones autorización existente. Se consideran sanciones graves.

Decretos numero 00605 de 1996. de marzo 27. En el “Capitulo I” referente a las normas sobre características y calidad del servicio de aseo.

Artículo 9º. Componentes del servicio público domiciliario de aseo. Para efectos de este decreto se consideran componentes del servicio público domiciliario de aseo, los siguientes:

1. Recolección.

- 2. Transporte.**
- 3. Barrido y limpieza de vías públicas.**
- 4. Transferencia.**
- 5. Tratamiento.**
- 6. Aprovechamiento.**
- 7. Disposición final.**

Artículo 10. programa para la prestación del servicio de aseo. Las entidades o municipios que prestan el servicio de aseo deberán establecer un programa para el manejo de los residuos sólidos que responda a las necesidades del servicio, de conformidad con la Ley 142 de 1994, el presente decreto, las normas ambientales, las que expida la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, y los planes de desarrollo. El programa deberá incluir entre otros los siguientes aspectos:

- 1. Las rutas y horarios para recolección de los residuos sólidos, que serán dados a conocer a los usuarios.**
- 2. Manual de operación del tratamiento y de la disposición final.**
- 3. Programa de entrenamiento del personal comprometido en actividades del manejo de residuos sólidos en el que respecta a prestación del servicio de aseo y a las medidas de seguridad industrial que deban observar.**

4. **Plan de contingencia en eventos de fallas ocurridas por cualquier circunstancia que impidan la prestación del servicio de aseo.**
5. **Mecanismos de información a usuarios del servicio, acerca de la presentación de los residuos sólidos.**
6. **Programas encaminados a la formación de una cultura de minimización en la producción de residuos sólidos y al estímulo e implementación de la separación en la fuente y el aprovechamiento de los mismos cuando se considere conveniente económicamente.**
7. **La elaboración y difusión del reglamento específico de la entidad para la prestación del servicio.**
8. **Programas tendientes a minimizar y mitigar el impacto ambiental del tratamiento y disposición final.**

En cuanto a los deberes y derechos de los usuarios hace referencia el “Capítulo II”.

Artículo 102. De los derechos. Son derechos de los usuarios y los suscriptores:

- 1. El ejercicio de la libre afiliación al servicio y acceso a la información, en los términos previstos en las disposiciones legales vigentes.**
- 2. La participación en los Comités de Desarrollo y Control Social.**
- 3. Hacer reclamos, consultas y quejas.**
- 4. Tener un servicio de buena calidad.**
- 5. El cobro individual por la prestación del servicio en los términos previstos en la legislación vigente.**
- 6. Recibir oportunamente la cuenta de cobro por la prestación del servicio en los términos previstos en la legislación vigente.**
- 7. El descuento en la factura por falla en la prestación del servicio imputable a la entidad prestadora.**

Artículo 103. **De los deberes.**

Son deberes de los usuarios y suscriptores:

- 1. Vincularse al servicio de aseo, siempre que haya servicio disponible, o acreditar que se dispone de alternativas que no perjudique a la comunidad.**

- 2. Hacer buen uso del servicio, de modo que no genere riesgos excepcionales se constituya en un obstáculo para la prestación del servicio o los demás miembros de la comunidad. Todo usuario está en la obligación de facilitar la medición de sus desechos.**
- 3. Presentar los residuos sólidos para su recolección en las condiciones establecidas en el presente decreto y en el reglamento de prestación del servicio que expida la entidad prestadora.**
- 4. Mantener limpios y cerrados los lotes de terrenos de su propiedad así como las construcciones que amenacen ruinas. Cuando por ausencia o deficiencia en el cierre y mantenimiento de estos se acumule basura en los mismos, la recolección y transporte hasta el sitio de disposición estará a cargo del propietario del lote. En caso de que la entidad de aseo proceda a la recolección, este servicio podrá considerarse como especial y se hará con cargo al dueño o propietario del lote de terreno.**
- 5. Recoger los residuos originados por el cargue, descargue o transporte de cualquier mercancía.**

- 6. Pagar oportunamente el servicio prestad. En caso de no recibir oportunamente la factura, el suscriptor o usuario esta obligad a solicitar duplicado de la misma a la empresa.**
- 7. Cumplir los reglamentos y disposiciones de la entidad prestadora del servicio.**
- 8. No cambiar la destinación del inmueble receptor del servicio, sin el lleno de los requisitos exigidos por la municipalidad.**

7.3.1 Responsabilidades de los municipios.

Según Ley 2811 articulo 9 es responsabilidad de los municipios lo siguiente:

- 1. Desarrollar e incorporar dentro del plan de ordenamiento territorial de que trata la Ley 388 de 1997, un plan de gestión ambiental integral de residuos sólidos aprobados por la autoridad competente en el que se identifiquen las zonas adecuadas para la ubicación de los rellenos sanitarios, para l cual tendrán el mismo plazo previsto en la norma citada.**
- 2. Aplicar y monitorear la puesta en marcha dentro de su jurisdicción de la política ambiental integral para la gestión de los residuos sólidos.**

- 3. Constatar que se cumplan las especificaciones técnicas de diseño y control bajo las cuales se expidió la licencia ambiental para la construcción y operación del relleno sanitario.**
- 4. Informar periódicamente a la autoridad ambiental de los reportes realizados por interventoría de la construcción de los sistemas de disposición final. En dichos reportes se verificará el cumplimiento de las especificaciones técnicas de diseño y de construcción aprobadas por la autoridad ambiental.**
- 5. Promover proyectos y programas de separación y aprovechamiento de residuos.**
- 6. Realizar programas educativos tendientes a lograr el adecuado manejo, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos,**
- 7. Obtener de la autoridad local competente la respectiva licencia ambiental, para la construcción, operación, adecuación o ampliación de sistemas de manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos y desechos industriales, domésticos y peligrosos que no estén sujetos a controles por virtud de tratados, convenios y protocolos internacionales.**

AGRADECIMIENTOS.

Las autoras expresan un especial agradecimiento a:

TURBACO, SAN ESTANISLAO DE KOSTKA, SAN JUAN NEPOMUCENO Y SINCÉ. Municipios base del estudio. Por solicitarnos la información necesaria para el desarrollo de nuestro proyecto.

MANUEL GARCÍA, Ingeniero Civil con master en ingeniería sanitaria. Por sus conocimientos de manera desinteresada.

MARTHA CARRILLO, Directora del proyecto. Por darnos la idea del proyecto y apoyarnos incondicionalmente en el desarrollo y culminación del mismo.

SANDRA ÁLVAREZ, MÓNICA MENDOZA, LISSET SAN JUAN Y MIRNA CARDOZO. Amigas y compañeras de estudio. Por su apoyo, disposición y ayuda necesaria para la realización de nuestro proyecto.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL DEL VEHÍCULO RECOLECTOR

El conductor del vehículo deberá presentar el siguiente informe de estado del vehículo:

CHASIS

- **Cambio de aceite del motor.**

- **Reemplazar filtro del motor.**
- **Limpiar filtro de aire del motor.**
- **Limpiar filtro del compresor de aire.**
- **Verificar correas - rajaduras, desgaste y conexiones.**
- **Verificar nivel del agua del radiador y escapes.**
- **Verificar nivel de aceite de la transmisión.**
- **Verificar nivel de aceite de tren posterior.**
- **Lubricar el chasis.**
- **Verificar luces y equipos de seguridad.**
- **Inspeccionar línea de conducciones y bulbones U.**
- **Inspeccionar juntas del árbol de la toma de fuerza.**

- **Verificar eje delantero - nivel de aceite de los sellos.**
- **Verificar eje delantero - nivel de aceite de los sellos.**
- **Verificar/inspeccionar sistema de aire contra escapes.**
- **Inspeccionar todos los resortes, grilletes y bulbones U.**
- **Verificar controles de las puertas y reguladores de las ventanas.**
- **Verificar todos los instrumentos e indicadores.**
- **Drenar los tanques de aire.**

CARROCERIA

- **Engrasar todos los accesorios de la carrocería.**
- **Verificar y llenar el aceite hidráulico.**
- **Verificar todos los cilindros y mangueras contra escapes.**
- **Verificar todos los controles para operación correcta.**

- **Verificar los bulones de montaje de la carrocería.**

RECORRIDO DE PRUEBA Y VERIFICACIÓN VIAL

- **Volver a verificar filtro de aceite contra escapes.**
- **Verificar la presión de aceite.**
- **Verificar la presión de aire-105-120 psi.**
- **Verificar amperímetro.**
- **Verificar temperatura del agua.**
- **Verificar operación adecuada de los frenos-escape de aire.**
- **Verificar embarque/avance libre y desprendimiento.**
- **Verificar ruidos en la transmisión y línea de conducción.**

INVIERNO

- **Verificar el aceite del motor.**

- **Verificar operación de la calefacción.**
- **Verificar protección anticongelante.**

VERANO

- **Limpiar el radiador.**
-

INDICADORES Y COSTOS PARA LA GESTION DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

Este capítulo se llama indicadores y no administración porque esta última depende de muchas variables que no se pueden controlar tales como: política gubernamental, política económica, tipo de empresa que presta el servicio y capacidad, entrenamiento, calidad y aún la honestidad del gerente (secretario general de servicios) y grupo gerencial, las cuales son muy difíciles de tratar en un texto.

Los indicadores nos muestran la velocidad de cambio, positivo o negativo, del cumplimiento de los objetivos de la empresa que presta el servicio, nos permite reevaluar constantemente la eficacia y eficiencia del servicio a través del tiempo y comparar la calidad, rendimientos y costos con otros municipios, por tanto son un instrumento valioso para la administración.

En el manejo de los residuos sólidos el gerente de la empresa que presta el servicio debe dirigir todos los aspectos relacionados con la producción, el almacenamiento, la presentación, la recolección, el transporte, la transferencia y la disposición final de todo tipo de basura, es decir, la

domiciliaria, comercial, industrial, institucional, barrido de calles, aseo de lugares públicos.

Para dar sólo unos ejemplos de la complejidad del problema, un gerente debe conocer día a día cuánta basura voluminosa se produce en su municipio, cuánta se recoge de esta y cuánta llega al sitio de disposición final; o de la basura del barrido de calles que se produce, cuánta se recoge, cuánta se transporta y cuánta llega a los sitios de disposición final.

Otra responsabilidad del gerente de la empresa que presta el servicio es administrar el sistema: planear, organizar, dotar, dirigir y controlar el personal y los aspectos financieros dándole mucha importancia a los ingresos y egresos para mantener la estabilidad económica de la empresa.

El gerente también debe representar la empresa ante otras entidades, tales como el concejo municipal, el alcalde municipal, acción comunal y mantener sus relaciones políticas, dictar y recibir conferencias y dar declaraciones a la prensa para mantener informada a toda la ciudadanía sobre el manejo, problemas y proyecciones del servicio de aseo.

Para poder conocer todos los aspectos anteriores, un gerente necesita “indicadores” que le muestren cómo está, dónde debe aplicar correctivos, cómo debe emplear el tiempo de los trabajadores y en fin: qué es lo más importante para dirigir, qué necesita más de su administración, qué puede

delegar y qué debe representar, es decir a quienes recibe, cuándo y qué debe informar al alcalde o al concejo municipal o qué tipo de información debe dar a conocer.

8.1 Como deben ser los indicadores.

- **Sencillos: que se puedan medir fácilmente, sin necesidad de grandes complejidades burocráticas ni mecánicas.**
- **Económicos: La medición de un indicador no debe implicar un costo demasiado alto para la empresa.**
- **Representativo: Un indicador debe evaluar exactamente lo que se desea que evalúe. Suena demasiado obvio, pero hay ocasiones donde el sentido común falla.**
- **Oportuno: El indicador debe existir cuando se necesite, en el momento oportuno.**
- **Utilizable: Los indicadores para activar no sirven. Si se hacen esfuerzos para medir un indicador es porque previamente se ha definido su utilidad.**

- Sensibles: **El comportamiento del sistema se evalúa por los cambios que se produzcan en los indicadores. Indicadores que no se afecten por modificaciones en los sistemas no son recomendables.**
- Precisos: **El indicador debe permanecer constante cuando se mida varias veces, con condiciones iguales.**
- Disponible: **El dato o información para calcular el indicador debe ser fácil de encontrar y calcular.**
- Pocos: **En la era del computador, hay que tener mucho cuidado con la cantidad de indicadores; frecuentemente se producen tantos, que ninguno se utiliza.**

A continuación se presentan algunos indicadores que se considera pueden ser útiles para dirigir, administrar una empresa que preste el servicio de aseo.

8.1.1 Producción total de basura. Se calcula multiplicando la producción por habitantes (pph) (normalmente en Kg./hab.-día) por los habitantes del municipio; también se puede multiplicar la producción por vivienda (en kg/vivienda-día) por las viviendas del municipio.

La producción por habitante o la producción por vivienda se deben calcular: doméstica, comercial, institucional, industrial y de barrido de calles y lugares públicos.

Toda empresa de aseo debe mantener una oficina que mantenga actualizada la información sobre producción por habitante o producción por vivienda porque es uno de los indicadores bases para calcular otros, también muy importantes.

8.1.2 Eficiencia global del servicio. Está dada por la expresión:

Basura recogida en un periodo x 100

Basura producida en el mismo periodo

Un método para calcular el numerador puede ser multiplicando el número de viajes en el periodo por el promedio de carga en cada viaje; esta cifra también es un indicador de rendimiento de carga de los vehículos transportadores de basuras.

A su vez esto último se puede calcular pesando con frecuencia los camiones con carga y sin ella.

8.1.3 Eficiencia de la frecuencia de recolección. Está dada por la expresión:

$$\frac{\text{No de veces que se recoge la basura en un periodo}}{\text{No de veces que debería recogerse, en el mismo periodo}} \times 100$$

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

Tanto éste como el anterior indicador se aconseja medirlo mes a mes.

8.1.4 Cobertura . Está dada por la expresión:

Eficiencia global del servicio X Eficiencia de la frecuencia de recolección.

Normalmente la cobertura se mide en términos de habitantes servidos divididos por el total de habitantes.

Esto técnicamente es correcto pero se especula muy frecuentemente con el numerador induciendo a errores porque no se define que es un habitante servido.

Como la basura se recoge con una frecuencia determinada, por ejemplo dos veces a la semana, entonces, si así es en la práctica, la cobertura tendrá una eficiencia de uno; en el caso que se recoja una vez a la semana, será 0.5; si se recoge una vez cada quince días, será 0.25, como se ve en el primer caso la cobertura real es: (habitante servidos/total de habitantes) X 1; en el segundo caso la cobertura real será: (habitante servidos/total de habitantes) X 0.5. Este método, que aparentemente es complejo puede dar ciertos y

elimina los errores frecuentes de algunas empresas de aseo que consideran que prestar el servicio es recoger alguna vez la basura.

Sin embargo, es evidente que el mejor indicador en un periodo dado, es el siguiente:

$$\frac{\text{Basura recogida}}{\text{Basura producida}} \times \frac{\text{Frecuencia real}}{\text{Frecuencia teórica}}$$

Un municipio puede tener varias coberturas en sus diferentes áreas, por ésta razón se debe calcular y conocer en cada zona, barrio y sector de la población; la cobertura total será entonces la sumatoria ponderada de las distintas zonas barrios o sectores.

8.1.5 Rendimiento de los vehículos. Este indicador está dado por la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Basura recogida diariamente (kilogramos)}}{\text{No de vehículos en servicio diariamente}}$$

El indicador debe utilizarse para el total del parque automotor y para cada clase, modelo o marca que tenga la empresa que tenga el servicio.

El indicador debe compararse con la capacidad nominal de los vehículos y tener un registro con el tiempo porque frecuentemente los vehículos se van sobre cargando o al contrario no hacen las rutas completas sin que nadie sé de cuenta en la empresa; es muy importante disponer del dato dado por este indicador para cada uno de los vehículos de la empresa y revisar los extremos que pueden ser peligrosos tanto los bajos que quieren decir que no cargan la basura, como los altos porque acaban muy pronto con el vehículo.

8.1.6 Burocracia de la empresa

Toneladas recogidas diariamente en promedio

No de empleados y obreros de la empresa

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

Otra relación muy importante y que muchos cambios insospechados son:

Personal administrativo

Personal operativo

8.1.7 Rendimiento de recolectores

Basura recogida diariamente

No total de obreros en recolección

Este indicador mide la eficiencia del personal de obreros en recolección de basuras; debe controlarse a través del tiempo para observar y analizar los cambios que sucedan.

8.1.8 Rendimiento en disposición final

Toneladas de basura dispuestas correctamente en un día

Toneladas de basura recogidas diariamente

Este indicador mide la eficiencia global del relleno sanitario diariamente. La medición implica, por tanto, una evaluación día a día del funcionamiento del sitio.

En caso de no ser uno, se deben revisar las causas por las cuales no alcanza este valor.

8.1.9 Rendimiento del barrido

Basura recogida diariamente en barrido manual

No total de obreros de barrido

Este indicador puede presentar alguna dificultad de obtener por el numerador, se puede cambiar por el siguiente que es más fácil de conseguir:

Longitud de barrido manual (por ambos lados)

No total de obreros de barrido

Este último no mide la eficiencia pero es más fácil de obtener.

8.1.10 Rendimiento del combustible

No de toneladas recogidas y transportadas diariamente

Vehículos en servicio en un día

Este indicador se debe hacer por tipo de vehículo, marca, modelo, etc. Y a través del tiempo; es muy importante porque es uno de los mayores costos en la prestación del servicio de aseo. Hay que tomar muy en cuenta que este indicador se modificará sustancialmente cuando cambie la distancia de transporte.

8.1.11 Ejecución presupuestal

Presupuesto ejecutado en n meses

Presupuesto para n meses

Este indicador evalúa el desarrollo del presupuesto, permite evaluar lo pasado y planificar lo futuro.

8.1.12 Costo total por tonelada recogida

\$ pagados por todo concepto en un mes

Basura recogida en un mes, en toneladas

Es conveniente llevar un registro de mes a mes y el promedio de cada año pero es indispensable hacer las correcciones monetarias para no tener información errada que frecuentemente lleva a frustraciones.

8.1.13 Costo de recolección

\$ pagados por todo concepto en recolección en un mes

Basura recogida en un mes

Se debe tener en cuenta las observaciones efectuadas en el numeral anterior.

8.1.14 Costo de disposición final

\$ pagados por todo concepto en disposición final en un mes

Basura dispuesta en un mes

Se deben tener en cuenta las observaciones efectuadas en el numeral 8.1.12.

8.1.15 Costo de barrido

\$ pagados por todo concepto por barrido, mes

Basura recogida por barrio en un mes

Ante la dificultad de obtener el denominador en este indicador se puede cambiar por: longitud de las calles barridas (por ambos lados) en un mes.

Se deben tener en cuenta las observaciones efectuadas en el numeral 8.1.12.

Los cuatro indicadores anteriores sirven para evaluar el funcionamiento económico del servicio.

Haciendo las correcciones por devaluación e inflación sirven para detectar rápidamente por donde pueden estar infiltrándose los recursos.

8.1.16 Costo por habitante servido

Presupuesto ejecutado en un año

Población atendida

Se deben tener en cuenta las observaciones efectuadas en el numeral 8.1.12.

8.1.17 Ingreso por tonelada recolectada

Ingresos totales en un mes

Basura recogida en un mes

Se deben tener en cuenta las observaciones efectuadas en el numeral 8.1.12.

Es claro que el administrador puede plantear otros indicadores, de acuerdo con sus necesidades, recursos y conveniencia. Pero en tal caso, se recomienda ajustarse a lo sugerido.

8.2 INVERSIONES

Las inversiones necesarias para garantizar el adecuado funcionamiento, extensión y mejoramiento de la calidad del servicio de aseo, pueden ser asumidas por la

administración del municipio o este puede encargarse de buscar una entidad que le ayude a financiar el proyecto; dentro de la que se puede destacar la Financiera de Desarrollo Territorial S. A. (FINDETER).

La tarifa promedio mensual que debe cancelar cada usuario se calcula en base a la inversión inicial, y los gastos generales y de operación. A continuación se hace una descripción y división de los costos de dichos costos y gastos.

8.2.1 Costos de inversión

Cuadro 51. Costo de estudios y diseños.

Costo de estudios y diseños
<ul style="list-style-type: none">• Estudio y diseño

Cuadro 52. Adquisición del terreno.

Terreno
<ul style="list-style-type: none">• Relleno sanitario y construcciones auxiliares

Cuadro 53. Preparación del terreno y obras complementarias.

Descripción
❖ Desmonte limpieza y movimiento de tierra
▪ Desmonte y limpieza
▪ Corte
▪ Suministro y colocación de arcilla-capa de 20 cms.
▪ Suministro e instalación de geotextil o geomembrana impermeable
▪ Construcción de drenaje interno para lixiviados
▪ Construcción de filtros de gases
▪ Gaviones verticales
▪ Tubería perforada
❖ Laguna para tratamiento de lixiviados
Excavación
Concreto de base
Concreto de elevación
Acero
Relleno
Canal para aguas lluvias
❖ Vías de acceso
Corte
Relleno con material compensado
Afirmado de 20 cms.
Valla informativa
❖ Vía perimetral
Corte
Relleno con material
Afirmado de 20 cms.
❖ Vías temporales
Corte
Relleno con material compensado
Afirmado
Caseta de control y vigilancia
Patio de lavado
Cerca de árboles

Cuadro 54. Inversión en equipos y herramientas.

Equipo	Valor/ Unidad
Camión compactador	150.000.000
Tractor agrícola	50.485.000
Camión con contenedor	US 6.000
Camión de supervisión	34.000.000
Biciclo	480.000
Caneca estacionaria	12.500
Unidades de almacenamiento	800.000
Escoba	7.000
Rastrillo	4.300
Pala	7.000
Carretilla	75.000
Rodillo compactador	52.000
Pica	14.500
Horquilla	8.300
Bolsa plástica	60
Bascula	550.000

Cuadro 55. Inversión en muebles y equipos de oficina.

Muebles y equipos de oficina	Costo unitario
Escritorio	180.000
Silla giratoria	120.000
Sillas	75.000
Archivador	250.000
Aire acondicionado	2.500.000
Teléfono	35.000
Línea Telefónica	250.000
Caneca de basura	10.000
Computador	2.200.000
Otros 7%	

8.3 COSTOS DE OPERACIÓN

Los recargos en el área operativa son causados cuando se trabaja en jornadas nocturnas, así como dominicales y festivos.

Los aportes al Sistema General de Riesgos, que realice la empresa por concepto de salarios del área operativa, estarán determinados por la clase de riesgo en que esta se clasifica (clase III: riesgo medio).

Cada año deberán evaluarse según los planos y avance de la obra, los costos de los drenajes y caminos que deban hacerse, las horas-máquina que deberán alquilarse y los materiales y mano de obras que se requieran para estas obras. La suma de los tres conceptos anteriores nos dará el costo

anual o presupuesto anual de operación (fórmula tomada del Manual de Residuos Sólidos Municipales, Programa de Salud Ambiental, serie técnica No.28).

$$\text{Cao} = \text{Cmo} + \text{Ch} + \text{Cm}$$

Donde:

Cao = Costo anual de operación.

Cmo = Costo anual de mano de obra.

Ch = Costo anual de herramientas.

Cm = Costo anual de maquinarias.

Cuadro 56. Presupuesto de mano de obra directa.

Cargo	Sueldo anual
Escobita	
Auxiliar de recolección	
Auxiliar del relleno	
Chofer-mecánico	
Clasificador	
Supervisor del relleno	
Supervisor de rutas, operaciones de aseo y recolección	

Cuadro 57. Prestaciones sociales y aportes parafiscales de mano de obra directa.

Detalles	Porcentajes
ICBF	3%
SENA	2%
Caja de compensación familiar	4%
EPS (salud)	8%
Pensión	10.125%
Cesantías	8.333%
Interés sobre cesantías	12%
ATEP	2.436%
Primas	8.333%
Vacaciones	4.166%

8.4 COSTOS DE ADMINISTRACIÓN

Las labores de administración, por desarrollarse en una jornada diurna, no generan ningún tipo de recargo.

Por otro lado, los aportes al Sistema General de Riesgos Profesionales, que realice la empresa por concepto de salarios del área administrativa, estarán determinado por la clase de riesgo en que esta se clasifica (clase I: riesgo mínimo).

Cuadro 58. Presupuesto de mano de obra indirecta.

Cargo	Sueldo mensual
Secretario general de servicios públicos	
Asistente de servicios públicos	
Asistente de administración y finanzas	
Supervisor de almacén y suministros	
Auxiliar de servicios generales	
Cajero	
Mensajero	
Supervisor del relleno sanitario	
Vigilante	

Auxiliar de servicios generales	
--	--

Se anexa a este proyecto un programa para calcular la inversión y los costos en que se incurre al poner en marcha un programa para el manejo de los residuos sólidos.

Cuadro 59. Costos generales de administración.

Área	Costos
Costos de administración	▪ Suministros de oficina
	▪ Energía eléctrica
	▪ Agua
	▪ Telefonía

Cuadro 60. Costos generales de operación y mantenimiento.

Área	Costos
Costos del sistema de recolección	▪ Costo de reparaciones y repuestos
	▪ Costo de las llantas
	▪ Costo de combustible
	▪ Costo de aceite y lubricantes
	▪ Costo de elementos de protección
	▪ Costo de las bolsas plásticas
	▪ Costo de excavación de la zanja o trinchera

Costo de operación para el relleno sanitario	▪ Costo de chimeneas para control de gases
	▪ Costo de construcción drenajes para lixiviados
	▪ Costo material geotextil
	▪ Costo de elementos de protección
	▪ Costo energía
	▪ Costo agua

8.5 INGRESOS.

Los ingresos que puede esperar la empresa además de la tarifa por prestar el servicio de recolección y disposición de los residuos a los usuarios; son los ingresos por la comercialización de los materiales recuperados.

Cuadro 61. Precio de venta de materiales recuperados.

Tipo de material	Clasificación	Precio por kilo (\$/Kg.)
Papel y cartón	▪ Cartón	40
	▪ Papel archivo	50
	▪ Periódicos	30
	▪ Bolsas de papel	35
Plásticos	▪ Plásticos de alta y baja densidad	150,100 y 80 PET40
Vidrio	▪ Casco ámbar	20
	▪ Casco blanco	35

Metales	▪ Chatarra	50
	▪ Cobre	1500
	▪ Bronce	1000

Fuente: empresas recicladoras de Cartagena.

Precios del mercado para el primer semestre del 2000.

Tarifa. La tarifa se cobrará de acuerdo a la capacidad de pago del usuario y al estrato en que se encuentre este, de tal manera que las familias con mayores ingresos paguen más, y las de menor ingreso paguen menos; de tal forma que los ingresos totales por tarifa cubran los costos de operación e inversión. Una manera de lograr esto es asociar la cobranza a otro servicio preferible la energía eléctrica, el cual es un servicio que tiene mayor cobertura. Al valor de la tarifa estimada se le adicionará el costo de las bolsas plásticas que repartirá la empresa a cada usuario para que pueda fomentar el reciclaje en la fuente.

Los usuarios que pueden gozar de subsidio son aquellos que se encuentren en los estratos inferiores. El reparto del subsidio debe hacerse entre los usuarios como un descuento en el valor de la factura que este debe cancelar, conforme a lo dispuesto en la Ley 142 de 1994.

La parte de la tarifa que refleje los costos de administración y operación a que de lugar el suministro será cubierto siempre por el usuario, la que tenga el propósito de recuperar el valor de las inversiones hechas para prestar el servicio podrá ser cubierta por los subsidios, y siempre que no lo sean, la empresa de servicios públicos podrá tomar todas las medidas necesarias para que los usuarios las cubran. En ningún caso el subsidio será superior al 15% del costo medio del suministro para los estratos superiores, al 40% del costo medio del suministro para el estrato medio, ni superior al 50% de este para al estrato inferior. (Ley 142 de 1994).

La tarifa media a cobrar a la población por el servicio de aseo se calcula de la siguiente manera:

$$Trt = \frac{Cat}{12 \times Fcs}$$

Donde:

Trt = Tarifa mensual para recuperación total (\$/familia - mes).

Cat = Costo mensual total del servicio (\$/año).

Fcs = Número de familias con el servicio en la población.

No	RESPONSABLE	DESCRIPCION	●	■	→	◐	▼
1	Conductor y cuadrilla	Verificación de equipo , herramientas de recolección e implementos de protección personal.	●				
2	Conductor	Traslado del vehículo de recolección hasta inicio de la ruta.					
3	Conductor	Sonar sirena en zona asignada.	●				
4	Conductor	Desplazar vehículo suavemente por zona asignada.					
5	Auxiliar de recolección	Recoger las bolsas en lugares destinados.	●				
6	Auxiliar	Ubicar las bolsas dentro del vehículo.	●				
7	Auxiliar	Verificación de llenado de la unidad almacenadora.					
8	Conductor	Transportar las basuras hasta el relleno.					
9	Auxiliar	Descargar los residuos reciclables.	●				
10	Conductor	Transportar materiales no reciclables hacia el frente de trabajo.					
11	Conductor	Vaciar las basuras en el frente de trabajo.	●				
12	Conductor	Devolver vehículo a zona destinada.	●				
13	Conductor	Verificación del vehículo.					
RESUMEN		OPERACIONES			7		
		INSPECCIONES			2		
		TRANSPORTES			4		
		ESPERAS			0		
		ALMACENAMIENTOS			0		

Figura 28. Diagrama de recolección y transporte de los residuos sólidos

No	RESPONSABLE	DESCRIPCION	●	■	➔	◐	▼
1	Escobita	Reclamar implementos de trabajo en almacén.	●				
2	Escobita	Verificar el estado y número de herramientas entregadas.	●				
3	Escobita	Colocar herramientas dentro del vehículo.	●				
4	Conductor	Transportar los escobitas a sus respectivas zonas de trabajo.					
5	Escobita	Descargar herramientas del vehículo.	●				
6	Escobita	Colocar herramientas en el biciclo	●				
7	Escobita	Iniciar labor de barrido.	●				
8	Escobita	Clasificar los residuos.	●				
9	Escobita	Recoger residuos barridos.	●				
10	Escobita	Depositar residuos en bolsas.	●				
11	Escobita	Verificar llenado de la bolsa.	●				
12	Escobita	Anudar la bolsa.	●				
13	Escobita	Colocar bolsa en la acera.	●				
14	Escobita	Colocar una bolsa nueva en el biciclo.	●				
RESUMEN		OPERACIONES	11				
		INSPECCIONES	2				
		TRANSPORTES	1				
		ESPERAS	0				
		ALMACENAMIENTOS	0				

Figura 30. Diagrama de Barrido y limpieza de vías y áreas públicas.

No	RESPONSABLE	DESCRIPCION	●	■	➔	◐	▼
1	Clasificador	Recoger bolsa con materiales reciclables.	●				
2	Clasificador	Colocar las bolsas en la carretilla.	●				
3	Clasificador	Llevar las bolsas al mesón de clasificación.			●		
4	Clasificador	Descargar bolsas en mesón.	●				
5	Clasificador	Abrir las bolsas.	●				
6	Clasificador	Sacar los materiales reciclables.	●				
7	Clasificador	Verificar contenido de las bolsas.			●		
8	Clasificador	Clasificar los materiales.	●				
9	Clasificador	Pesar los materiales de acuerdo a su categoría.	●				
10	Clasificador	Empacar los materiales de acuerdo a su clasificación.	●				
11	Clasificador	Hacer un registro de cada una de la cantidad y calidad de residuos recibidos.	●				
12	Clasificador	Almacenar los materiales hasta alcanzar las cantidades requeridas por los compradores.					●
RESUMEN		OPERACIONES			9		
		INSPECCIONES			1		
		TRANSPORTES			1		
		ESPERAS			0		
		ALMACENAMIENTOS			1		

Figura 47. Diagrama de operaciones del proceso de reciclaje.

Figura 33. Rótulo de residuos hospitalarios

9. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de piscinas de evaporación para el manejo de lixiviados, por ser un el método más sencillo y económico para implantar en el manejo de los residuos sólidos en los municipio.
2. Un método que se recomienda como complemento a las piscinas de evaporación es la recirculación, ya que éste permite eliminar la variación de los lixiviados, además permite que estos se estabilicen y bajen sus cargas de concentración y retengan los metales pesados en la masa del relleno.
3. Cuando se utilizan piscinas de evaporación para los lixiviados, es aconsejable hacer balances de masas de aguas, con el fin de mirar que cantidad de lixiviados se evapora por radiación y que cantidad hay que tratar por riego.
4. Otro método recomendable para el manejo de los lixiviados es el drenaje por nivel, el cual se utiliza con el fin de que estos no se acumulen en el fondo de la celda.
5. En cuanto al material de cobertura se recomienda colocar capas de éste entre celdas con un espesor entre 0,20 y 0,25 m y para la cobertura final 0,60 m. Es

preferible un material arcilloso para impermeabilizar el suelo del relleno, pero solo para capa final; ya que si se utiliza para las capas intermedias provocaría acumulación de los lixiviados.

6. Se recomienda el uso de geomembranas plásticas con el fin de impermeabilizar las piscinas y evitar así la contaminación del suelo.
7. Para el tratamiento de los residuos sólidos es recomendable hacer estudios un año y medio de anticipación antes del arranque del programa, ya que se requieren estudios y construcciones.
8. Cuando esté funcionando el relleno sanitario se recomienda hacer un monitoreo de gases, como el CO₂, H₂S, el mercaptano y del límite de explosividad trimestralmente. Se debe hacer una vez al año organoclorado y los BTX (Benceno, Tolueno, Xileno) además del Estileno.
9. Se debe tener cuidado en el relleno sanitario que el límite de explosividad no supere el 35% de mezcla entre metano y aire, con el fin de tomar las precauciones necesarias.
10. Se recomienda la utilización de bolsas plásticas para el almacenamiento de los residuos sólidos, por su buena presentación y porque permiten mayor eficiencia en la labor de recolección.

11. Es indispensable que las personas que trabajen en las labores de aseo sean vacunadas constantemente, con el fin de evitar el contagio de enfermedades infectocontagiosas.

10. CONCLUSIONES

El desarrollo de éste proyecto nos permite concluir:

1. La cantidad y la calidad de los residuos sólidos variará de acuerdo a los hábitos de consumo de la población y a la vez variará de una población a otra.
2. El relleno sanitario manual es el método de disposición final mas adecuado para las pequeñas poblaciones, por los bajos costos que éste implica y los volúmenes de residuos que generan.
3. El mal manejo de las basuras incide en la generación de enfermedades y vectores sanitarios que afectan la salud pública, y si no se les da un tratamiento adecuado pueden causar problemas ambientales.
4. Para que un relleno sea sanitario debe cumplir con especificaciones de diseño tales como, sistemas de manejo de lixiviados y gases, y se deben realizar constantes monitoreos respecto a estos aspectos, para evitar efectos negativos al ambiente.
5. El reciclaje de los residuos sólidos disminuye la producción por habitante de basuras, disminuye los costos de prestación del servicio de aseo, disminuye la

tarifa a pagar por los usuarios, disminuye la contaminación al ambiente, no solamente causada por los residuos; además disminuye el deterioro de los recursos naturales al minimizar su utilización y es fuente de trabajo para las personas que laboran estos métodos.

6. Los residuos sólidos son almacenados y recolectados sin ninguna técnica, sin ningún tipo de clasificación en la mayoría de estos municipios, utilizando para ellos sacos de fique, cajas y otros, que conllevan a una mayor inversión en el tiempo de recolección, haciendo difícil su manipulación con seguridad y rapidez, y por tanto su recolección trae consigo una amplia exposición ocupacional a microorganismos, debido a la variedad de desechos que pueden manejar los recolectores del programa de aseo.
7. El compostaje puede ser una alternativa de aprovechamiento atractiva para estas poblaciones cuya actividad económica predominante es la ganadería y la agricultura, las cuales conllevan a un deterioro de los suelos; que mejor forma de aprovechar los desechos no reciclables para la elaboración de un producto que mejore las condiciones de esos suelos maltratados y ayude a la prolongación de la vida útil del relleno sanitario.
8. Dentro de las actividades del servicio de aseo merece especial atención el sector salud por su capacidad generadora de residuos contaminados patógenos, los cuales deben ser incinerados y posteriormente dispuestos en el relleno sanitario.

9. La selección de equipos y maquinaria, dependerá de la capacidad económica de los municipios.

GLOSARIO

Según decreto numero 00605 de marzo de 1996 por el cual se reglamenta la ley 142 de 1994 en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo decreta en su articulo 1º para efectos de adoptarse siguientes las definiciones.

ALMACENAMIENTO: Es la acción del usuario de depositar temporalmente los residuos sólidos, mientras se procesan para su aprovechamiento, se presentan al servicio de recolección o se dispone de ellos.

ACUÍFERO: Estructura geológica estratigráfica sedimentada, cuyo volumen de poros está ocupado por agua en movimiento o estática, capaz de ceder agua en cantidades significativas ya sea por afloramiento en manantiales o por extracción mediante pozos.

AERÓBICO: Proceso bioquímico que requiere oxígeno libre.

ANAERÓBICO: Proceso bioquímico que no requiere oxígeno libre.

APROVECHAMIENTO O RECUPERACIÓN: Es la utilización de los residuos sólidos por medio de actividades tales como separación en la fuente, recuperación, transformación y reuso de los residuos que al tiempo que generan un beneficio económico o social reducen los impactos ambientales y los riesgos a la salud humana asociados con la producción, manejo y disposición final de los residuos sólidos.

ÁREAS PÚBLICAS: Los espacios de convivencia y uso general de la población.

BARRIDO Y LIMPIEZA: Conjunto de actividades tendientes a dejar las áreas públicas libres de todo residuo sólido diseminado o acumulado.

BARRIDO Y LIMPIEZA MANUAL: Este servicio consiste en la labor realizada mediante el uso de fuerza humana y elementos manuales, la cual comprende el barrido de cada cuadra hasta que sus áreas públicas queden libres de papeles, hojas, arenilla acumulada en los bordes del andén y de cualquier otro objeto o material susceptible de ser barrido manualmente.

BOTADERO: Sitio de acumulación de residuos sólidos, que no cumplen con las disposiciones vigentes o crea riesgos para la salud y seguridad humana o para el ambiente general.

CULTURA DE LA NO BASURA: Es el conjunto de costumbres y valores de una comunidad que tienden a la reducción de las cantidades de residuos generados por cada uno de sus habitantes y por la comunidad en general, así como al aprovechamiento de los residuos potencialmente reutilizables.

CHATARRA: Fragmentos, pieza y partes de metal de un equipo, maquinaria o vehículos que se encuentren abandonados en áreas públicas.

CIERRE: Sellado de un relleno sanitario por haber concluido su vida útil, cumpliendo las condiciones y requisitos establecidos en las normas técnicas correspondientes.

CLAUSURA: Suspensión definitiva o temporal de un sitio de disposición final, por no cumplir con los requisitos que establezca la reglamentación y normatividad correspondientes.

COMPACTADOR: Todo equipo o máquina que reduce el volumen de los residuos sólidos para facilitar su almacenamiento, transporte, y/o disposición final.

COMPOST: Producto orgánico obtenido mediante el proceso de compostaje.

COMPOSTAJE: Tratamiento de residuos sólidos orgánicos por proceso de fermentación controlada, aeróbica, con el fin de obtener un producto estable, de características definidas y útil para la agricultura.

CONTENEDOR: Recipiente en el que se depositan los residuos sólidos para su almacenamiento temporal o para su transporte.

DESECHO: Son subproductos residuales que sobran, provenientes de procesos naturales o actividades sociales, que para su propietario no tiene valor alguno.

DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS: Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en forma definitiva de tal manera que no representen daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

GENERADOR DE RESIDUOS SÓLIDOS: Toda persona natural o colectiva, pública o privada, que como resultado de sus actividades produzca residuos sólidos.

GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS: Es el conjunto de actividades como ser generación, barrido, almacenamiento, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos de acuerdo con sus características, para la protección de la salud humana, los recursos naturales y el medio ambiente.

INCINERACIÓN: Combustión controlada y completa de residuos sólidos.

LIXIVIADO: Es el fluido proveniente de la descomposición de los residuos bien sea por su propia humedad, reacción, arrastre o disolución de un solvente o agua al estar en contacto con ellos.

MACRO RUTA: Es la división geográfica de la zona para la distribución de los recursos y equipos de recolección.

MICRO RUTA: Es la descripción detallada a nivel de las calles y manzanas del trayecto de un vehículo o cuadrilla, para la prestación del servicio de recolección o del barrido manual o mecánico.

MONITOREO: Actividad que consiste en efectuar observaciones, mediciones y evaluaciones de carácter sistemático en un sitio y periodo determinado, con el objeto de identificar los impactos y riesgos potenciales sobre el ambiente y la salud públicas o para evaluar la efectividad de un sistema de control.

OPERADOR: Persona natural o jurídica, privada o pública, responsable de la operación total o parcial del servicio de aseo urbano.

QUEMA A CIELO ABIERTO: Se denomina así a la combustión de residuos sólidos en áreas abiertas y sin control.

RECICLAJE: Proceso que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea el mismo en que fue generado u otro diferente.

RECOLECCIÓN: Acción de recoger y trasladar los residuos generados al equipo destinado a transportarlos a las instalaciones de almacenamiento, transferencia, tratamiento, reuso, o a los sitios de disposición final.

RELLENO SANITARIO: Es la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de los residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final.

RESIDUOS BIODEGRADABLES: Son materiales que pueden ser transformados por microorganismos.

RESIDUOS COMERCIALES, DE SERVICIO E INSTITUCIONALES: Son los generados en las distintas actividades de comercio y de prestación de servicios; incluyen los residuos sólidos de instituciones públicas y privadas.

RESIDUOS DE LIMPIEZA DE ÁREAS PÚBLICAS: Son los residuos sólidos procedentes de la actividad de limpieza de los espacios de convivencia y uso general de la población.

RESIDUOS DOMICILIARIOS: Son residuos sólidos producto de la actividad doméstica, que son adecuados por su tamaño para ser recogidos por los servicios municipales convencionales.

RESIDUOS ESPECIALES: Son residuos de características muy diversas que se generan en el medio urbano y cuyas formas de recolección y tratamiento varían sustancialmente. Son los que se indican y definen a continuación:

- **Vehículos y electrodomésticos desechados:** Se incluyen aquí todos los vehículos cuya vida útil ha finalizado, y los electrodomésticos fuera de uso.

La misma situación se presenta también en cualquier máquina clasificada como chatarra.

- **Llantas y neumáticos desechados:** Son residuos de llantas y neumáticos abandonados, así como desechos de su fabricación.
- **Residuos sólidos sanitarios no peligrosos:** Son aquellos residuos generados en la actividad de hospitales, clínicas, farmacias, laboratorios, veterinarias o en la actividad médica privada, docente y de investigación, que por sus características son asimilables a residuos domiciliarios.
- **Animales muertos:** Cadáveres de animales o partes de ellos.
- **Escombros:** Residuos resultantes de la demolición o construcción de obras civiles.

RESIDUOS PELIGROSOS: Es aquel que por sus características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radioactivas o reactivas puedan causar riesgo a la salud humana o deteriorar la calidad ambiental hasta que causen riesgo a la salud humana. También son residuos peligrosos aquellos que sin serlo en su forma original se transforman por procesos naturales en residuos peligrosos. Así mismo se consideran residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

RESIDUO SÓLIDO O BASURA: Es todo objeto, sustancia o elemento en estado sólido, sobrante de las actividades domésticas, recreativas, comerciales, institucionales, de la construcción e industriales y aquellos provenientes del barrido de áreas públicas, independientemente de su utilización ulterior.

SERVICIO PÚBLICO DOMICILIARIO DE ASEO: Es el servicio de recolección de residuos, principalmente sólidos, el barrido y limpieza de vías y áreas públicas, transporte y disposición final sanitaria, incluyendo las actividades complementarias de transferencia, tratamiento y aprovechamiento.

TRATAMIENTO: Es el conjunto de acciones y tecnologías mediante las cuales se modifican las características de los residuos sólidos incrementando sus posibilidades de reutilización, o para minimizar los impactos ambientales y los riesgos a la salud humana en su disposición temporal o final.

USUARIO: Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación del servicio público de aseo, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta o como receptor directo del servicio. A este último usuario se denomina también productor de residuos sólidos.

VECTOR: Cualquier material u organismo que pueda servir como vehículo transmisor de enfermedades a humanos o animales.

ZONA: Ámbito geográfico del área urbana del municipio que constituyen una unidad operativa para la prestación del servicio.

